



DO CRESCIMENTO URBANO ÀS CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS: O CASO DO RIACHO DA XOXOTA NO CONJUNTO EDUARDO GOMES EM SÃO CRISTÓVÃO, SE

WESLEY RODRIGUES DE AQUINO

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO**

WESLEY RODRIGUES DE AQUINO

**DO CRESCIMENTO URBANO ÀS CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS: O CASO DO
RIACHO DA XOXOTA NO CONJUNTO EDUARDO GOMES EM SÃO
CRISTÓVÃO-SE**

LARANJEIRAS

2021

WESLEY RODRIGUES DE AQUINO

**DO CRESCIMENTO URBANO ÀS CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS: O CASO DO
RIACHO DA XOXOTA NO CONJUNTO EDUARDO GOMES EM SÃO
CRISTÓVÃO-SE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo
da Universidade Federal de Sergipe, em
Laranjeiras como requisito para obtenção de
título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof. Ma. Lina Martins de
Carvalho

LARANJEIRAS

2021

WESLEY RODRIGUES DE AQUINO

**DO CRESCIMENTO URBANO ÀS CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS: O CASO DO
RIACHO DA XOXOTA NO CONJUNTO EDUARDO GOMES EM SÃO
CRISTÓVÃO-SE**

Trabalho Final de Graduação apresentado em 23 de julho de 2021 à seguinte banca
examinadora:

Prof.^a M.a Lina Martins de Carvalho

Orientadora | Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Prof.^a Dr.^a Raquel Kohler

Examinadora Interna | Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Prof.^a M.a Danielle Menezes dos Santos

Examinadora externa | Arquiteta e Urbanista

Prof.^o Me. Zacarias Caetano Vieira

Examinador externo | Instituto Federal de Sergipe (IFS)

LARANJEIRAS – SE

2021

Aos meus pais,
Vilma e Oswaldo.

AGRADECIMENTOS

Agradecer antes de tudo primeiramente a Deus, por através de sua luz guiando os meus caminhos me fez chegar até aqui, e sei que há muita estrada a ser iluminada por Ele que devo trilhar. Agradecer imensamente aos meus pais, fonte de inspiração, de garra e de batalha, responsáveis em transpor para a minha formação cidadã a forma de viver. A minha irmã, avós, tios, primos e primas e todos os familiares que depuseram seus pensamentos positivos para esse momento. Aos amigos de longa data nesta caminhada: Jackson, Rodrigo, Wendell, Lucicarla, e tantos outros que não cabe aqui lista-los, mas que no seu íntimo hei de saber que ambos sabem de sua contribuição. Aqui também faltam palavras para descrever o quanto sou grato por ter Franciely em minha vida, parceira para todos os momentos, reflexo de um futuro brilhante e que me fez ter um outro olhar para a vida, entre elas à acadêmica. Gratidão a Ana Paula e a Maíra da prefeitura de São Cristóvão por todo suporte prestado durante essa monografia; assim como aos funcionários do DIPRO da UFS pelo acolhimento durante a fase que por lá estagiei. Não posso esquecer de agradecer aos queridos colegas que acompanharam-me neste desafio da arquitetura e urbanismo desde o IFS; Lucas e Adna – bem como ao John e Thatianny os quais também marcaram a minha passagem por aquela instituição. Que logo mais à frente possamos nos encontrar, agora em um outro cenário. Também fica o meu abraço aos colegas universitários, em especial as queridas Patrícia, Emanuelle e Isabela, assim como o meu eterno agradecimento a todos os funcionários do Campus de Laranjeiras; meu obrigado eterno, vocês são especiais. Meu agradecimento ao CEPUR e ao Laboratório da Cidade, foi ótimo fazer parte de ambos laboratórios e ser apresentado ao mundo da produção científica. Aproveito o ensejo para mencionar gratidão a todos os professores do departamento de arquitetura e urbanismo, fonte que inundou-me do saber e do querer sempre mais, em especial a professora Lina Martins que topou em caminhar comigo ao longo desse desafio, sentirei saudade de nossas conversas virtuais e presenciais no refeitório do CAMPUSLAR. Fica aqui o agradecimento também a banca por contribuir para a existência desse trabalho. Por fim, mas não menos importante, meu agradecimento ao povo de São Cristóvão, que mesmo por ser aracajuano de nascença, sou filho desta cidade de gente respeitosa, guerreira, batalhadora e rica de sonhos.

"Estude com afinco, trabalhe com honestidade."

(Leonardo Calicchio)

RESUMO

O presente trabalho aprofunda-se na questão da expansão urbana associada ao município de São Cristóvão, este que está localizado na região leste do Estado de Sergipe. O município é altamente marcado por sua forte tradição cultural e religiosa, além de ter apresentado um crescimento populacional exponencial nos últimos anos. Essa expansão urbana, capitalizada pela existência de um campus universitário e por um conjunto habitacional bem difundido, fez com que a especulação imobiliária instigada por programas de moradia popular e a permissividade de sua política municipal, criasse um novo perímetro urbano que traria efeitos para a localidade. Com as mudanças das características do sítio rural em urbano, os impactos ambientais tornaram-se inerentes, como o alto índice de impermeabilização do solo, as ações antrópicas frutos do descarte irregular de resíduos domésticos, além da retificação de um corpo d'água e a retirada da cobertura vegetal de um afluente hídrico. É necessário averiguar a implementação do Conjunto Eduardo Gomes e o riacho da Xoxota, localizados em São Cristóvão - Sergipe, cujos tornaram-se alvo do crescimento populacional e tem sofrido danos ambientais, respectivamente. Desse modo, percebe-se que a expansão urbana e os impactos ambientais são dois aspectos aos quais concomitantemente crescem nesta região, todavia, se mostra que este conjunto habitacional e o riacho urbano apresentam um grande potencial para a implementação de boas práticas urbanísticas e estratégias de manejo de águas pluviais, a partir de medidas de baixo impacto a serem implementadas como forma de mitigar os impactos ambientais identificados.

Palavras-chave: Expansão Urbana; Impactos Ambientais; Manejo de Águas Pluviais; Medidas de Baixo Impacto.

ABSTRACT

The present work intends to go deeper into the urban expansion issue related to the municipality of São Cristóvão, which is located in the eastern region of the State of Sergipe. This municipality is highly well-known for its strong cultural and religious tradition, and in recent years, it's showing exponential population growth. This urban expansion, induced by the presence of the Federal University of Sergipe, São Cristóvão Campus, and a well-established housing complex had resulted in a real estate speculation, instigated by government housing programs and permissiveness of the municipal policies created a new urban perimeter that would bring effects to the locality. Given the changes in the characteristics of the rural to the urban area, environmental impacts have become frequent, such as the high level of soil sealing, anthropic actions resulting from the irregular disposal of household waste, besides the channeling process of a body of water, and removal of the vegetation cover of a tributary. It is necessary to investigate the implementation of the Eduardo Gomes Complex and the Xoxota Stream, located in São Cristóvão - Sergipe, which have become the targets of population growth and have suffered environmental damage, respectively. Thus, it is noticed that urban expansion and environmental impacts are two aspects that simultaneously grow in this region, however, the housing complex and the urban stream, under discussion, have great potential for the implementation of good urban practices and strategies for stormwater management based on low impact measures to be implemented as an alternative to minimize the identified environmental impacts.

Keywords: Urban Expansion; Environmental impacts; Stormwater Management; Low Impact Measures.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Núcleos urbanos e povoados em São Cristóvão	27
Figura 2 – Cloaca Máxima em Roma.....	40
Figura 3 – (A) Medida estrutural extensiva, controle de erosão do solo. (B) Medida estrutural intensiva, reservatório de controle de enchentes.	47
Figura 4 – Técnicas compensatórias no cenário nacional	52
Figura 5 – “Renaturalização” do rio Cheonggyecheon em Seul – Coréia do Sul	55
Figura 6 – Evolução dos conceitos em drenagem urbana sustentável.....	60
Figura 7 – Evolução da nova terminologia de drenagem urbana de 1980 a 2012.....	61
Figura 8 – Origem das Medidas e representação de algumas Técnicas	71
Figura 9 – Exemplo da aplicação do BMP em Lexington, EUA	72
Figura 10 – Exemplos da aplicação do LID em Massachusetts, EUA	73
Figura 11 – Exemplos da aplicação da TVA em Manchester, Inglaterra.....	74
Figura 12 – Exemplos da aplicação da <i>Water Sensitive Cities</i> em Sidney, AU.....	75
Figura 13 – Mapa da Região Metropolitana de Aracaju (RMA).....	80
Figura 14 – Mapa do Grande Rosa Elze (GRE)	82
Figura 15 – Empreendimentos do PMCMV no GRE.....	83
Figura 16 – Entrada do conjunto Eduardo Gomes durante sua fase de construção.....	84
Figura 17 – Mapa de assentamentos precários e loteamentos irregulares	86
Figura 18 – Antigo barracão de festas ocupado por famílias	87
Figura 19 – Ginásio poliesportivo do Eduardo Gomes abandonado	87
Figura 20 – Condomínio Residencial Universidade Center	89
Figura 21 – Mapa de sistema de esgoto sanitário.....	91
Figura 22 – Trecho envelopado do canal do Eduardo Gomes.....	92
Figura 23 – Chuva de 20 minutos alaga entrada do Conjunto Eduardo Gomes.....	93
Figura 24 – Perspectiva, cortes e divisão de áreas no Conjunto Eduardo Gomes, SC.....	95
Figura 25 – Partido urbanístico e localização do Conjunto Eduardo Gomes, SC.....	96
Figura 26 – Área Plana do Conjunto Eduardo Gomes, SC	97
Figura 27 – Área da Lagoa no Conjunto Eduardo Gomes, SC.....	98
Figura 28 – Área do Loreto no Conjunto Eduardo Gomes, SC.....	99
Figura 29 – Área da Serra no Conjunto Eduardo Gomes, SC	100
Figura 30 – Mapa bacias hidrográficas em São Cristóvão	102

Figura 31 – Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Poxim	103
Figura 32 – Mapa de Susceptibilidade a ocupação no Grande Rosa Elze.....	104
Figura 33 – Trajeto do riacho da Xoxota.....	106
Figura 34 – (A) Canal do riacho da Xoxota antes de chegar na porção entre os conjuntos. (A) Continuação do canal no fundo da porção d'água entre os conjuntos. (B) Águas na porção d'água entre o Lafayette Coutinho e Rosa do Oeste.....	107
Figura 35 – A sub-bacia do Rio Poxim e o riacho da Xoxota no GRE.....	108
Figura 36 – Acesso murado ao riacho da Xoxota.....	109
Figura 37 – Riacho da Xoxota no Conjunto Eduardo Gomes, SC	112
Figura 38 – (A) Jardim de chuva; (B) Piso permeável; (C) Biovaleta; (D) Canteiro pluvial; (E) Lagoa pluvial	117
Figura 39 – Áreas vegetadas preservadas pela comunidade local entre os Conjuntos Eduardo Gomes e Lafayette Coutinho	118
Figura 40 – Ensaio Projetual do Manejo Pluvial no Conjunto Eduardo Gomes, SC	120
Figura 41 – Indicativo de ordenamento de uma porção urbana do riacho da Xoxota.....	122

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Agentes de Expansão Urbana	22
Quadro 2 – Agentes de Impactos Ambientais	32
Quadro 3 – Situações naturais de transbordamento de água	36
Quadro 4 – Notáveis obras de saneamento da Antiguidade	39
Quadro 5 – Estágios do desenvolvimento das águas urbana	41
Quadro 6 – Medidas estruturais e não estruturais	48
Quadro 7 – Funções abióticas, bióticas e culturais da infraestrutura verde urbana.....	58
Quadro 8 – Técnicas de baixo impacto ambiental.....	67
Quadro 9 – Classificação das técnicas utilizadas no ensaio projetual	114
Quadro 10 – Técnicas para o ensaio projetual no Eduardo Gomes, SC.....	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção de Habitações em São Cristóvão pela COHAB (1968/2005).....	85
Tabela 2 – População urbana, rural e total (1970, 1980, 1991, 2000, 2010) em São Cristóvão	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- (ANA) Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
- (APP) Áreas de Preservação Permanente
- (ATs) Alternative Techniques
- (BMP) Best Management Practices
- (BNH) Banco Nacional de Habitação
- (CEs) Cidades Esponjas
- (CIAM) Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna
- (COHAB) Companhia Estadual de Habitação
- (GRE) Grande Rosa Elze
- (IAPs) Institutos de Aposentadoria e Pensões
- (INOCOOP) Instituto Nacional de Orientação às Cooperativas Habitacionais
- (IPHAN) Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
- (IUWM) Integrated Urban Water Management
- (LID) Low Development Impact
- (LIUDD) Low Impact Urban Design and Development
- (ODS) Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
- (ONGs) Organizações Não Governamentais
- (ONU) Organização das Nações Unidas
- (PAR) Programa de Arrendamento Residencial
- (PMCMV) Programa Minha Casa Minha Vida
- (RMA) Região Metropolitana de Aracaju
- (SCMs) Stormwater Control Measures
- (SQIDs) Stormwater Quality Improvement Devices
- (SUDS) Sustainable Urban Drainage Systems
- (TVA) Trama Verde e Azul
- (UFS) Universidade Federal de Sergipe
- (UH) Unidades habitacionais
- (WSUD) Water Sensitive Urban Design

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
1 EXPANSÃO URBANA <i>VERSUS</i> IMPACTOS AMBIENTAIS.....	19
1.1 Agentes de expansão urbana	19
1.1.1 Mercado imobiliário	22
1.1.2 Programas habitacionais	25
1.2 Agentes de impactos ambientais.....	30
1.2.1 Supressão de área verde	33
1.2.2 Impermeabilização do solo	34
2 BREVE HISTÓRICO SOBRE O SANEAMENTO	38
2.1 Fase Pré-higienista.....	38
2.2 Fase higienista	42
2.3 Uma evolução conceitual, o desenvolvimento sustentável	43
2.3.1 Medidas estruturais e não estruturais.....	46
2.3.2 Medidas alternativas	51
2.3.3 Controle na fonte	53
2.3.4 Medidas de design de baixo impacto	53
2.3.5 Gestão integrada das águas urbanas.....	56
2.3.6 Infraestrutura verde.....	57
2.4 O saneamento no Brasil.....	62
3 BONS EXEMPLOS DE MEDIDAS DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL	66
3.1 As técnicas de baixo impacto ambiental.....	67
3.2 Exemplos práticos de medidas de baixo impacto ambiental	69
4 ESTUDO DE CASO	77
4.1 São Cristóvão, cidade mãe.....	77
4.2 O Conjunto Eduardo Gomes	83
4.3 O riacho da Xoxota.....	101
5 CENÁRIOS POSSÍVEIS	114
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	123
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124
GLOSSÁRIO.....	129

INTRODUÇÃO

A cidade de São Cristóvão possui um importante papel histórico-cultural para o Estado de Sergipe por ser valorizada através dos eventos festivos, culturais e religiosos, assim como por constituir um dos centros históricos urbanos mais antigos do país.

A partir da década de 70 do século XX, o município começa a apresentar um aumento populacional acompanhado de uma expansão urbana acentuada, não de forma concentrada nos arredores do Centro Histórico da sede municipal (distantes 17,6km até o limite com Aracaju), mas sim de modo disperso em uma determinada área com aproximadamente 5km de distância até o limite com Aracaju; saindo de 10.200 mil pessoas em sítio urbano no ano de 1970, para 66.665 em 2010 (IBGE, 2010)¹.

Para Vasconcelos e Souza (2016, p.95) essa nova expansão urbana pode ter surgido por uma mudança do meio rural ao meio urbano: “acredita-se que um dos fatores de contribuição à ampliação da taxa de urbanização, verificada em 1991 e 2000, está atrelado à aprovação da Lei nº 16/1984, que incluiu uma grande porção da antiga população rural no novo perímetro urbano”.

É esse novo perímetro que, devido à aquisição dos terrenos da Fazenda Santa Cruz pelo Governo Federal para a construção do campus da Universidade Federal de Sergipe em 1972, fez com que existisse uma valorização da terra, surgindo assim dois grandes loteamentos nas circunvizinhanças, os jardins Rosa Maria e Rosa Elze (SOUZA, 2009).

O Rosa Elze foi “o primeiro loteamento (...) de ocupação mais intensa” (SOUZA, 2009), distante 14 km da sede municipal e juntamente com as novas aglomerações que surgiram no seu entorno, deram origem ao Grande Rosa Elze (GRE). Um conjunto de onze comunidades, onde entre elas está o conjunto Brigadeiro Eduardo Gomes com 3.109 unidades habitacionais (MENEZES, 2011).

Essa densidade populacional instigada na última década por mais um programa de habitação de interesse social, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), tem penalizado o meio ambiente natural característico desta região, entre eles estão os impactos a um corpo d’água popularmente chamado de riacho da Xoxota, um afluente do Rio Poxim que permeia o conjunto Eduardo Gomes (GARRIDO NETO *et al.*, 2019).

¹ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População residente, por sexo e situação do domicílio, 1970-2010. Informação disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/202#notas-tabela>. Acessado em: 26/nov/2020.

Em virtude do retalhamento do solo rural para o urbano, com a retirada da vegetação nativa antes presente no sítio natural e a sua intensa impermeabilização, além das ações antrópicas de impacto negativo e as ocupações irregulares às margens da nascente de um corpo hídrico, indicam que o processo de urbanização na região onde se encontra o GRE tem exposto problemas antes desconhecidos para os moradores desta localidade.

As fortes chuvas que aconteceram em 2013, trouxeram transtornos como pontos de alagamentos e o transbordamento do canal no conjunto Eduardo Gomes. Esses impasses respaldam à lógica da sobrecarga do sistema de drenagem urbana, da sua possível obsolescência e o agravante resultado decorrente das ações antrópicas, como por exemplo, a existência de ligações irregulares de efluentes domésticos na rede de drenagem (SILVEIRA; BASTOS; MATIAS, 2019).

Os conjuntos habitacionais Rosa do Oeste e Lafayette Coutinho – limítrofes ao Eduardo Gomes – localizados às margens de um riacho urbano, contribuem para a degradação do ecossistema e põem em risco o recurso natural que conseqüentemente sofre um intenso processo erosivo.

Nesse curso d'água conhecido como riacho da Xoxota, em virtude do acelerado crescimento populacional, fez com que surgissem diversos impactos ambientais negativos, entre eles está a retirada da sua cobertura vegetal, descumprindo assim o raio de 50m da área de preservação e proteção (Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012).

Essas conseqüências sinalizam que o conjunto Eduardo Gomes sem a devida atenção aos aspectos ambientais, desde a sua origem afetou à morfologia natural de um corpo hídrico, “retilinizando”, estrangulando e impermeabilizando-o, cujo aglomerado habitacional interferiu no ciclo natural do riacho da Xoxota, este que no atual cenário requer uma manutenção presente e a longo prazo pelos desafios a serem vencidos.

A escolha do Conjunto Eduardo Gomes e o riacho da Xoxota como objeto de trabalho, se dá pela relevância que a localidade vem apresentando nos últimos anos, destacando a produção habitacional instigada com a chegada de um campus universitário e sua aproximação com Aracaju. Além disso, a presença do riacho esboça potenciais paisagísticos, valorização ambiental, preservação do ecossistema, uma nova dinâmica urbana e melhoria para a qualidade de vida coletiva.

Essa monografia procura fomentar as políticas públicas e a sua comunidade ao planejamento e manutenção urbano-ambiental, bem como contribui em favor de um assunto ainda não muito explorado nessa ciência acadêmica, em que a urbanidade e o meio ambiente

estejam juntos e mais presentes no processo de construção das cidades. Desse modo, procura-se que haja uma produção de espaços democráticos e não agressivos a natureza.

O objetivo geral deste trabalho é o de propor novas diretrizes e cenários projetuais de manejo de águas pluviais de baixo impacto ambiental para o riacho da Xoxota, localizado no Conjunto Eduardo Gomes em São Cristóvão - SE. Para o seu cumprimento, tem-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o processo de urbanização do município de São Cristóvão;
- Identificar os impactos ambientais provocados pela implantação do Conjunto Eduardo Gomes;
- Pesquisar por bons exemplos de manejo de águas pluviais de baixo impacto ambiental.

Para o cumprimento destes objetivos, faz-se uso de diferentes processos metodológicos. O primeiro, com uma delimitação mais geral, é o hipotético-dedutivo como método de abordagem, pois o presente trabalho parte de um problema e hipótese previamente estabelecidos (impactos urbanos e ambientais provocados pela implantação do Eduardo Gomes) para em seguida criar-se deduções, tendo como respaldo a análise das informações coletadas. No segundo momento, com uma delimitação mais específica, é o estudo de caso como método de procedimento, em que se apresenta soluções de manejo de águas pluviais de baixo impacto ambiental para o riacho da Xoxota.

Com relação às etapas de trabalho, optou-se por subdividir em 4 partes. A primeira etapa foi a revisão bibliográfica e documental, cujo principal instrumento consistiu em leituras de trabalhos acadêmicos nas seguintes temáticas: expansão urbana, impactos ambientais, sistemas sustentáveis de manejo de águas pluviais e legislação urbanística do município de São Cristóvão.

Na segunda etapa foi realizada a coleta de dados através de visitas de campo exploratória, identificando as mudanças do referido conjunto em comparação aos dados de seu projeto executivo, por fim realizou-se entrevistas à órgãos públicos municipais.

Na etapa seguinte fez-se uma produção analítica, através da sistematização dos dados obtidos, dando respaldo à novos conceitos e diretrizes aos aspectos de ocupação urbana-ambiental no conjunto Eduardo Gomes.

Por fim, as conclusões estão dispostas na última etapa, em que se apresentará possíveis cenários de manejo de águas pluviais de baixo impacto ambiental para o riacho da Xoxota localizado no Conjunto Eduardo Gomes.

Essa monografia apresenta uma estrutura dividida em **5 Capítulos**. Para o **Capítulo 1**, foi feita uma revisão de literatura como forma de estimular o leitor a refletir sobre os padrões de construção das cidades e o seu processo evolutivo, e como eles têm afetado o meio ambiente. Os temas de expansão urbana e impactos ambientais são destacados sob a leitura dos agentes que fomentam tais aspectos.

No **capítulo 2** elaborou-se um breve apanhado histórico das fases do saneamento, a utilização do sistema higienista no Brasil, além de apresentar alguns dos conceitos de manejo sustentáveis de águas pluviais.

Já o **Capítulo 3** traz algumas referências, bons exemplos e boas estratégias de baixo impacto ambiental, e cita algumas das técnicas utilizadas nessas medidas sustentáveis.

No **Capítulo 4** é apresentado o riacho da Xoxota como estudo de caso. Para uma melhor contextualização, subdividiu-o em 3 partes. Na primeira apresenta-se o município de São Cristóvão e seu processo de urbanização, na segunda o conjunto Eduardo Gomes como marco da expansão urbana municipal e suas implicações ambientais, e na parte final, discorre-se sobre o riacho da Xoxota.

Ao **Capítulo 5** se tem possíveis cenários projetuais, respaldando a comunidade local e as políticas públicas, trazendo um conjunto de soluções de baixo impacto ambiental. Por fim, realiza-se uma síntese dos estudos produzidos, apresentando conclusões e apontando possibilidades e recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO I

“O urbanismo é a tomada do meio ambiente natural e humano pelo capitalismo que, ao desenvolver-se em sua lógica de dominação absoluta, refaz a totalidade do espaço como seu próprio cenário.”

(Guy Debord)

1 EXPANSÃO URBANA *VERSUS* IMPACTOS AMBIENTAIS

A natureza tem sofrido com a forma cada vez mais predatória como o homem busca ocupar e usar o solo – esse por vezes de características rurais transformadas em sítios urbanos –, espalhando-se para zonas periféricas dos grandes centros.

Na figura de alguns desses agentes de expansão urbana, entre eles o mercado imobiliário e os programas habitacionais responsáveis pela formação e dinâmica das cidades, e os agentes ambientais como supressão de áreas verdes e o de impermeabilização do solo, têm diminuído a qualidade urbana-ambiental nos municípios brasileiros.

Assim, o primeiro capítulo deste trabalho explana a respeito desses agentes, e para tal buscou-se subdividi-lo em dois subcapítulos. No item **1.1** se discorre sobre o processo de expansão urbana; como age o mercado imobiliário (item **1.1.1**) na figura dos proprietários que especulam a terra urbana, e quais os fatores atribuídos a esse agente de produção mercadológica nas cidades. A postura do Estado no trato legal mediante suas políticas e diretrizes no processo de ordenamento municipal, além das estratégias de capital através dos programas de habitação (**1.1.2**) de interesse social.

O subcapítulo **1.2** traz um aporte das ações resultantes de agentes de impactos ambientais, entre elas: a retirada da cobertura vegetal (**1.2.1**) e o aterramento em áreas de expansão urbana; construção de novos empreendimentos localizados em áreas de baixa ou nenhuma infraestrutura agredindo ambientalmente o sítio natural local; a inserção de tipologia construtiva que prioriza a alta taxa de ocupação e um alto índice de impermeabilização do solo (**1.2.2**), o que vem demandando maiores investimentos em estruturas de drenagem urbana e impossibilidade de inserção de áreas vegetadas; utilização de desenhos urbanísticos convencionais e pouco sustentáveis através da artificialização de traçados naturais de corpos hídricos.

1.1 Agentes de expansão urbana

Para Pinto; Alves e Lima Júnior, (2019) e Bernardo Neto (2012), os estudos sobre a expansão urbana pautam-se na atuação dos agentes produtores desses espaços urbanos e a sua relação com o ambiente construído, entre esses agentes estão o mercado imobiliário e seus financiamentos, bem como a política nacional de habitação e suas provisões de infraestrutura refletindo no adensamento exponencial das cidades nessas últimas duas décadas.

Os estudos desses agentes também carregam em si outras fontes analíticas, entre elas está: o fator econômico através do processo migratório de uma população atraída pelo capital e busca de uma vida promissora, assegurando-lhes proximidade de tudo que a cidade apresenta diferentemente do campo rural. Le Courbusier (1887, p. 35), na construção da “Carta de Atenas”, cita que o advento da era das máquinas e a velocidade de cidades mecanizadas, provocou essa imensa perturbação de movimento desenfreado de concentração nas cidades, onde:

O emprego da máquina subverteu condições de trabalho. Rompeu um equilíbrio milenar, aplicando um golpe fatal no artesanato, esvaziando o campo, entupindo as cidades e, ao desprezar harmonias seculares, perturbando as relações naturais que existiam entre a casa e o locais de trabalho.

Serve-se de exemplo a esse cenário, o caso da cidade de Presidente Prudente localizada distante 556km da cidade de São Paulo, onde Pedro (2011, p. 158) apresenta o processo de imigração como fator da expansão territorial urbana desta localidade. Ele descreve que “quando os imigrantes desembarcavam, se deparavam com o loteamento iniciado por Goulart² e adquiriam seus lotes (...). Além disso, Goulart loteou e negociou as terras no sentido de facilitar a aquisição dos lotes, para assim expandir a cidade”.

Como elemento marcante desse processo de urbanização, temos a formação de assentamentos precários localizados em terras informais, Azevedo e Andrade (2011) explicam que a população excluída ia se alastrando por todas as grandes cidades brasileiras, criando comunidades mais conhecidas como favelas e cortiços. Assim, ocupavam os espaços carentes em bens de serviços e infraestrutura, onde por afago de uma política habitacional se intermediava uma periurbanização de demanda do Estado, uma vez que cabe a ele designar acesso ao abastecimento de água e a implantação de sistemas de esgotos, luz elétrica, construção de estradas, pavimentação, e outros benefícios (VILLAÇA, 2001), atribuindo funções (serviços de saúde e educação) ao equilíbrio urbano.

As cidades brasileiras possuem diversos contextos sociais, culturais, econômicos e históricos que constroem variações geográficas as quais refletem no processo de urbanização. Em Sposito e Góes (2013), por exemplo, podemos ver que além da periurbanização existem outras variações, sendo elas: cidades dispersas, urbanização e cidades difusas, difusão reticular,

² O primeiro núcleo urbano da cidade de Presidente Prudente foi organizado pelo coronel Francisco de Paula Goulart, que detinha a posse da grande fazenda Pirapó-Santo Anastácio e, por muito tempo, tentou regularizar suas terras por meio de vários pedidos de normalização por muitas vezes negados, devido às irregularidades nas medições do imóvel. O coronel Goulart encomendou um projeto de núcleo urbano, dando início à Vila Goulart.

suburbanização, exurbanização, contraurbanização, rururbanização, *urban sprawl*, *étalment urbain*, cidade pós-moderna, cidade informacional, novas formas de assentamento humano e organização regional da vida urbana, megalópolis, métapolis, *edge cities*, *outer cities*, cidades-região, pós-metrópoles e exópolis, e por fim as tecnópolis e e-topia.

Para Sposito e Góes (2013, p. 53), essa periurbanização “manifesta-se como dilatação progressiva das franjas externas e das ramificações radiais dos sistemas urbanos com uma redução tendencial dos residentes nos núcleos centrais”, ou seja, uma desconcentração dos grandes centros, a sua dependência deste e uma conformação de novos anéis periféricos.

Uma outra fonte dessa formação urbana está relacionada a existência de um equipamento, como é o caso, por exemplo, da cidade de São Carlos (distantes aproximadamente 240km da capital) no Estado de São Paulo. Segundo Mendes e Menciondo (2007, p. 18) o processo de expansão dessa cidade “é analisado com especial atenção à ocupação de fundos de vale urbanos” em que ocorreram “transformações territoriais ocorridas na área próxima ao Mercado Municipal, desde o início de sua ocupação urbana até a atualidade.” Para Ikuta (2003, p. 90) *apud* Pedro (2011, p. 163) o compartimento desse tipo de relevo em fundos de vale:

constituem áreas de preservação permanente e neles é proibida a edificação. Estas áreas, de modo geral desvalorizadas para o mercado imobiliário por serem áreas de risco de inundação, foram ocupadas por população de baixa renda, em função das dificuldades de acesso ao solo urbano em terrenos melhor localizados e com infraestrutura urbana e serviços, enfim, por falta de alternativas.

Geralmente esse tipo de terreno funciona como produto de expansão urbana, atribuindo maiores valores e demandando privilégios para as áreas planas (PEDRO, 2011). Uma vez que se estabelece valor a essas terras, cujas estão atreladas a fatores de desenvolvimento urbano como infraestrutura, localização e acesso para a definição dos espaços e seus potenciais construtivos, econômico, social, cultural e de desenvolvimentos urbano, no fim acabam por caracterizar bairros e cidades, através das permissividades das políticas públicas e das ações do mercado imobiliário.

Essa dualidade (poder público e iniciativa privada) na produção de cidade, o Estado se tornou dependente do agente imobiliário para conseguir implementar uma política social, resultado do sucateamento de seus órgãos públicos, especulando a terra através da chegada de um equipamento ou serviço, por vezes desprovidas de infraestrutura de demanda pública (FRANÇA, 2019). Essa dependência se torna um compromisso onde se converge em interesses e ganhos para ambos os lados (Estado e mercado imobiliário), representados na figura eleitoral e econômica através dos programas habitacionais (Quadro 1).

Quadro 1 – Agentes de Expansão Urbana

Agentes	Instrumentos de expansão urbana	Possíveis consequências da presença deste agente
Mercado imobiliário	Especulação da terra	Alta demanda de ocupação de uso e ocupação do solo.
		Valorização imobiliária de novas áreas sem haver estrutura adequada.
		Promove a propaganda de interesse em ocupação de área periférica sem haver estrutura para instalação de nova área residencial.
Programas habitacionais	Plano diretor	Conversão de áreas rurais em urbanas.
		Delimitação de pouco critério para proteção de áreas de proteção ambiental.

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

Conforme explicitado, o poder público então busca favorecer o agente imobiliário com subsídios em cobrança de impostos em virtude ao atendimento para as famílias de baixa renda, e no fim estas aproveitam-se desses pacotes de programas habitacionais para subsidiar a produção da classe média e média-baixa, obtendo maiores ganhos econômicos.

1.1.1 Mercado imobiliário

Um dos mais influentes agentes do adensamento populacional em zona urbana no Brasil, certamente é o mercado imobiliário, articulado ao conjunto de mudanças estruturais na economia e na sociedade brasileira. Através dos dados censitários, notou-se claramente que a taxa de uma população urbana passou a ser superior à rural a partir de 1970, saindo de 50% a 83% na virada do milênio (BRITO; SOUZA, 2005; TUCCI, 2008).

O setor privado tem sido atuante mediante as ações dos agentes imobiliários e fundiários, agindo de acordo com seus desejos e interesses de capital (PINTO; ALVES; LIMA JÚNIOR, 2019). Para Barbosa e Costa (2011, p. 53), os proprietários fundiários “detêm o monopólio da propriedade privada da terra e seu principal objetivo é extrair renda fundiária urbana, interferindo decisivamente no processo de transformação da terra rural em terra urbana e, por conseguinte, na expansão da cidade”.

Algumas diretrizes legais estabelecidas nos instrumentos urbanísticos, ou a franca necessidade do morar ocupando vazios urbanos e em áreas desprovidas de serviços e infraestrutura, dão luz a esse agente no aguardo da valorização do solo. A lei 6.766 de 19 e dezembro de 1979, a qual discorre sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências, em seu capítulo V, §3 sobre a aprovação do projeto de loteamento e desmembramento, descreve que no plano diretor ou em legislação dele derivada, é vedada a aprovação de projetos de loteamento e desmembramento em áreas de risco definidas como não

edificáveis, onde o interesse do mercado imobiliário se apresenta opostamente ao que é estabelecido nela.

Observa-se assim a existência de lados antagônicos no processo de expansão das cidades. Vê-se o solo em núcleos rurais ou urbanos como mercadoria especulativa em pose de proprietários privados, à espera de fatores que os beneficiem pela valorização da terra, ou estes resultarão em um processo de gentrificação urbana³. E o outro lado, onde existe a expansão dispersa surgida por aqueles que não apresentam capital, residindo longe da oferta de equipamentos e serviços públicos, fixando-se, estabelecendo-se e originando novos núcleos urbanos, cabendo ao Estado o papel de ofertar infraestrutura e delegar equilíbrio socioeconômico.

Essa lógica capitalista baseada na especulação imobiliária, quando um loteamento é implantado descontinuamente à malha urbana estabelecida, é compreendida quando, segundo Pedro (2011, p. 160) “os serviços públicos são estendidos do último loteamento para o que está sendo implantada, a área de pousio social, passa a ser valorizada sem qualquer investimento do loteador.”

Bonduki (1998), Azevedo e Andrade (2011) descrevem que ao viabilizar acesso à propriedade, a sociedade está valorizando o trabalho, demonstrando compensação e frutos, além de contribuir para “estabilidade social” criando “aliados da ordem”. Para Azevedo e Andrade (2011, p. 25) “os migrantes seriam marginais em potencial, portadores que eram de uma cultura que não os habilitava à vida urbana e industrial.” Logo, ter uma moradia possibilita a dignidade social, além da criação de diversos tipos de valores.

Esse agente mercadológico tem-se exposto no cenário da produção de cidade por meio do conjunto de atividades relacionadas as etapas de trabalho: o antes, o durante e o depois da construção de um imóvel, caminhando em união com as ações de setores como bancos e financeiras (PINTO; ALVES; LIMA JÚNIOR, 2019). O mercado imobiliário também tem afetado as franjas urbanas no tocante a mobilidade urbana, suprimidas de infraestrutura e serviços adequados, onde, entre algumas questões, é dada a importância à locomoção por veículos para as longas jornadas de serviços. Ferraz (1997, p. 78) explícita ao observa essa mudança social no cenário urbano. Para ele, a vivência do homem no aglomerado urbano não está inteiramente marcada pela necessidade natural, ou seja:

³ Para Maria Alba Sargatal Bataller em Revista Bibliográfica de Geografia e Ciências Sociais, na Universidade de Barcelona - nº 228, 3 de maio de 2000, com o título *El estudio de la gentrificación*, a gentrificação urbana é o fenômeno que consiste em uma série de melhorias físicas ou materiais e mudanças imateriais que caracteriza-se normalmente pela ocupação dos centros das cidades por uma parte da classe média, de elevada remuneração, que desloca os habitantes da classe baixa, de menor remuneração, que viviam no centro urbano.

Isto leva o homem a adquirir necessidades não vitais para sua existência, tais como a imitação, competição, recreatividade, conforto, prestígio, exibição, etc., as quais o automóvel desempenha um dos papéis mais importantes. A cada esforço feito pela coletividade para facilitar o tráfego dos veículos no emaranhado urbano, corresponde ao aumento das oportunidades do homem de satisfazer seus desejos de exibir-se, de deslocar-se confortavelmente, de imitar os outros, etc., mesmo nos trajetos moradia-trabalho, na luta pelo pão de cada dia, em detrimento de muitos que não podem ter um carro.

Esse anseio cuja era do maquinismo e a arquitetura modernista preconiza, transformaram a paisagem urbana, agora produzida em espaços não mais a velocidade do passo humano, somando-se “a uma medida em plena evolução, a velocidade dos veículos mecânicos” (LE CORBUSIER, 1887, p. 34). Além disso, fazem com que se passem horas cansativas em todo tipo de veículos perdendo aos poucos a prática mais saudável e natural de todas as funções: a caminhada (LE CORBUSIER, 1887).

O mercado imobiliário através da arquitetura moderna transformou as cidades, desenvolveram-se verticalmente mesmo sem ter atingido o seu limite de expansão horizontal, uma espécie de evento permissivo com base em instrumentações urbanísticas. A expansão urbana fomentada por este agente também atinge outras camadas humanas, pois seus incorporadores apenas têm se preocupado com a disponibilidade de infraestrutura e espaços físicos, subtraindo a socialização, expressão cultural, qualidade ambiental e espaços livres saudáveis em contato com a natureza (SCHMIDT *et al.*, 2005 *apud* MINAKI; AMORIM, 2007).

Para Sposito (1983, p. 83) *apud* Pedro (2011, p. 160), essa expansão territorial também rompeu com as barreiras psicológicas as quais são sempre lembradas pelos pontos negativos:

Observamos que para os habitantes do meio urbano, estradas de ferro, de rodagem ou mesmo rios constituem-se além de barreiras geográficas, devido as dificuldades causadas para a circulação de automóveis e pessoas, também falsas barreiras psicológicas, se assim podemos denominá-las. É comum ouvir-se falar das áreas localizadas além dos obstáculos, como “do lado de lá do rio”, “do outro lado da linha”, “depois da estrada”, etc.

Na verdade, o desenvolvimento de uma sociedade urbanística tornou-se uma obra franca de domínio sobre a natureza e, “tais cidades já não são mais obras nem do homem, mas apenas obra do acaso; não são obras da inteligência humana, mas, sim, de suas ambições” (FERRAZ, 1997, p. 78).

Essa produção explorada pelo interesse financeiro do mercado imobiliário, tem retalhado cada vez mais o solo urbano, muita das vezes incorporando parcelas de áreas rurais, acarretando no espraiamento das cidades. Compreende-se por espraiamento como um processo

de alteração profunda nas tendências de localização residencial, atividades comerciais e serviços, denotando mudança urbanísticas e da lógica “centro-periferia”, que as orientaram durante tanto tempo (SPOSITO; GOES, 2013).

Se discute que, o processo de produção de residências e consequentemente a formação de uma cidade formal a partir da atuação do Estado e dos produtores imobiliários com seus interesses econômicos, começaram a atingir a classe mais afastada do seu direito à moradia mediante as políticas de habitação como nas cidades industriais. Para Ferraz (1997, p. 19):

A lógica urbana deve ser uma só. Esta afirmação é feita com a devida ênfase, porque a cidade não pode, de forma alguma, ser dirigida e desenvolvida pela lógica de uma dada profissão especializada ou esfacelada por uma infinidade de lógicas, de cada uma das profissões e atividades que lhe outorgam o caráter dinâmico, muitas delas em conflito com as outras.

Como se viu, a produção imobiliária é uma das fontes primárias de ações que como consequência tem desenhado o tecido rural e urbano. Há com esse agente um conjunto de variáveis, estigadas por bases econômicas que por vezes expurgam àqueles aos quais não se refletem lucro, onde através da política de programa de moradia se apresenta um novo enquadramento. Ou seja, é a partir dos programas habitacionais que o mercado imobiliário encontra oportunidades econômicas sobre a classe mais carente, isto é, àquela que impulsiona o índice do déficit habitacional, onde ao longo das décadas vários programas sociais desta temática foram criados como solução para este problema histórico brasileiro.

1.1.2 Programas habitacionais

A relação entre os programas de habitação social com a gestão urbana e o planejamento das cidades, se estabelecem como instrumentos ao combate do déficit habitacional no país e ao processo de desfavelização, cuja maioria das vezes surgem em áreas consideradas inadequadas para se habitar. Quanto à esta disposição setorial para habitação, a carta de Atenas, informa que:

É preciso tornar acessível para todos, por meio de uma legislação implacável, uma certa qualidade de bem-estar, independentemente de qualquer questão de dinheiro. É preciso impedir, para sempre, por uma rigorosa regulamentação urbana, que famílias inteiras sejam privadas de luz, de ar e de espaço (LE CORBUSIER, 1887, p. 47).

A crise habitacional é um fenômeno dependente, “expressão de outras crises mais profundas e mais amplas”. Era agravada pelo êxodo rural que a esperança de emprego atraía para a cidade grande (Azevedo; Andrade, 2011, p.24). Segundo Ferraz (1997), a existência de

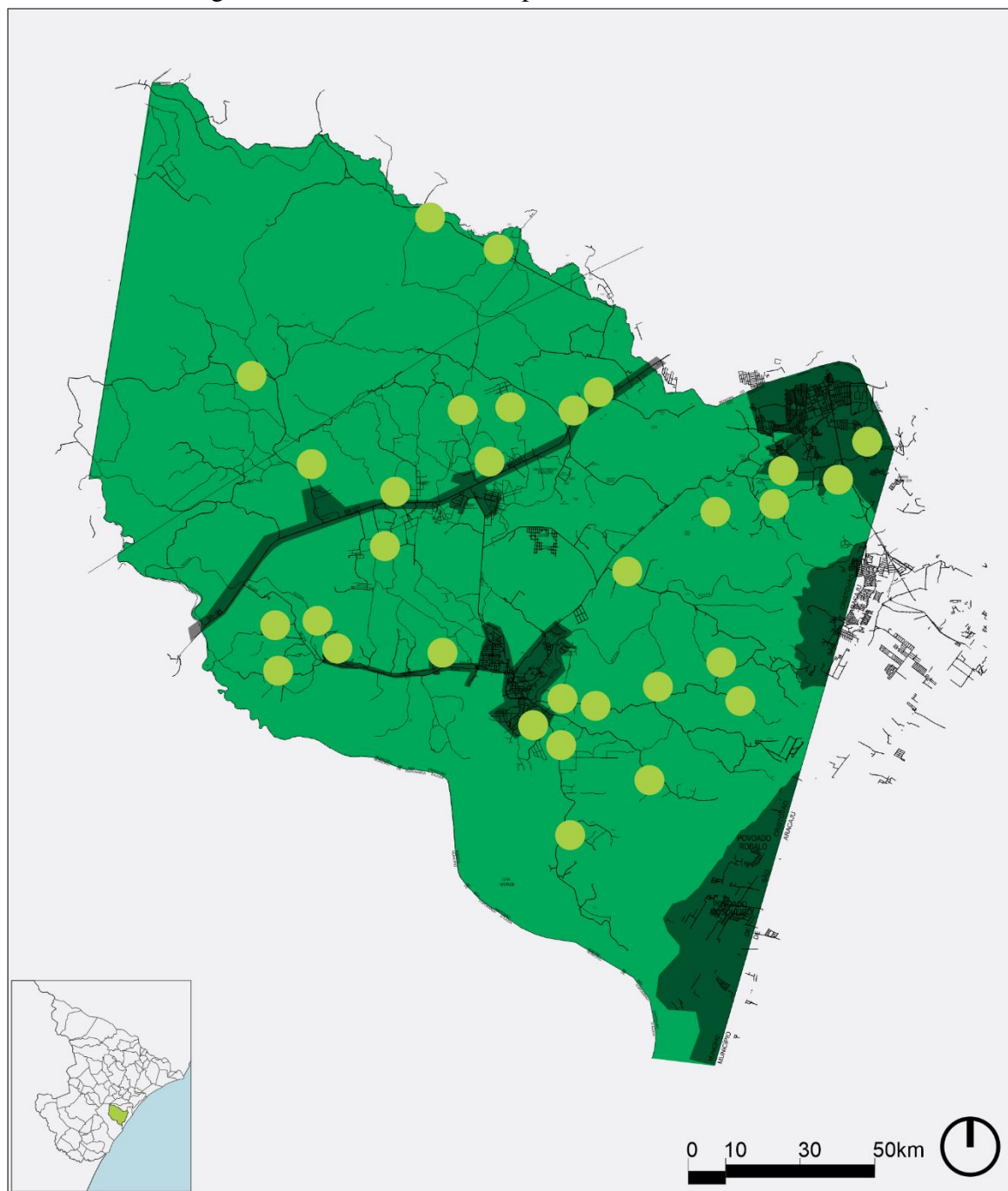
característica de uma sociedade agrícola presente em algumas cidades ainda não foi contaminada com o processo de ruptura urbano agrário dessa nova ordem industrial, um espelho similar ao que se observa no município de São Cristóvão em Sergipe, onde, apesar da existência de núcleos urbanos, a maior parcela ainda é de área ruralizada com diversos povoados (Figura 1).

O déficit de moradia é um problema social que atinge o Brasil desde os tempos do Império, quando surgiram as primeiras favelas aos pés dos morros do Rio de Janeiro; balizado na Era Vargas (1930-1945) que ali buscou controlar o processo de favelização e periferização com a atuação dos Institutos de Aposentadoria e Pensões (IAPs) (AZEVEDO; ANDRADE, 2011).

Nesse recorte temporal, se tem a crise econômica de 1929 – crack da bolsa de Nova Iorque – como instrumento de processo econômico aplicado ao capital imobiliário, e concomitantemente ao industrial e ao mercado da construção civil (BUSNARDO, 2012).

Em 1946, com a criação da Fundação da Casa Popular – este que buscou favorecer a maior parcela do déficit habitacional – houve a introdução de habitação rural como unidade de financiamento, além de permitir experiência com materiais não tradicionais para baratear o custo das obras. Aparentemente os critérios da localização espacial para a construção das unidades habitacionais (UH) neste programa estavam em acordo com as necessidades habitacionais do país (AZEVEDO; ANDRADE, 2011).

Figura 1 – Núcleos urbanos e povoados em São Cristóvão

**Legenda**

- Perímetro Rural
- Perímetros Urbanos
- Povoados

Fonte: Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007; DEMACAMP - Planejamento, Projeto e Consultoria, 2018. Elaboração do autor, 2021.

A escolha da habitação como eixo de política urbana aconteceu principalmente porque foi sob o aspecto das tensões nas favelas, das massas disponíveis e das migrações maciças para as cidades que a questão urbana ganhou visibilidade e contorno nos princípios dos anos 1960 (AZEVEDO; ANDRADE, 2011).

Já em 1964, com objetivo de coordenar a política habitacional dos órgãos públicos e orientar a iniciativa privada, estimulando a construção das moradias populares, bem como a financeirização para aquisição da casa própria e com isso a diminuição do déficit habitacional, foi criado o Banco Nacional de Habitação (BNH) (ANDRADE, 2018).

Em Sergipe, através do BNH, as instituições de financiamento e produção habitacional (Companhia Estadual de Habitação - COHAB que inicialmente atendia a famílias com rendimento entre um a três salários mínimos (SM) e o Instituto Nacional de Orientação às Cooperativas Habitacionais – INOCOOP, atendia as famílias de 5 até 10 SM), entregaram 23.487 unidades habitacionais (UH) (DEHOP, 2005); (FRANÇA, 2019). O Conjunto Brigadeiro Eduardo Gomes foi um desses empreendimentos.

Acontece que, com a extinção do BNH em 1986, coube ao Programa de Arrendamento Residencial (PAR) implementado apenas em 2001, dar continuidade a meta da redução do déficit habitacional (FRANÇA, 2016).

Esse é um problema amplamente discutido, agora pautada na Lei nº 10.247/2001 (Estatuto da Cidade), servindo de apoio a uma forte responsabilidade administrativa, instaurando regras indispensáveis à proteção da saúde e da dignidade humana. Essa lei tem como objetivo reger uma condição social assegurada na oportunidade de acesso à propriedade da terra, alertando para a necessidade de criação de novas leis e planos urbanísticos para a melhoria das cidades brasileiras nas escalas federal, estadual e municipal.

No ano 2008 em virtude da crise do *subprime* que atingiu a todo o mundo, houve então uma injeção de capital na construção civil no Brasil, de modo que, em abril de 2009 foi aprovado um novo pacote habitacional que viria estimular a criação de empregos e de investimentos para esse setor (ARANTES; FIX, 2009). Assim surgiu o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), regulamentado pela Lei Federal nº 11.977/2009, tendo como meta a redução do déficit habitacional com participação do mercado imobiliário, em função da crise econômica internacional do ano anterior. Como uma política social em grande escala, através de parceria com a indústria da construção civil, esse tinha como meta a produção de 1 milhão de moradias em sua primeira fase, para atender a população com rendimento familiar mensal de 0 a 10 salários mínimos divididos em três faixas (ARANTES; FIX, 2009).

Sergipe também foi alvo de intervenções para construção dessas moradias com distribuição destes empreendimentos em todos os seus oito territórios administrativos, em São Cristóvão foram construídos 30 empreendimentos, todos estão localizados na região do GRE (AQUINO, 2019).

No ano de 2021 surge um novo programa habitacional no Brasil, através da Lei nº 14.118 de 12 de janeiro institui o Programa Casa Verde e Amarela, com finalidade de promover o direito à moradia para as famílias com renda mensal de até R\$ 7.000,00 (áreas urbanas) e a famílias com renda anual de até R\$ 84.000,00 (áreas rurais) (BRASIL, 2021). Uma política similar as anteriores, cujo o mercado imobiliário continua a ser o protagonista da sua produção.

Para Ferreira (2012), a boa arquitetura tem caráter emancipatório e papel fundamental na promoção da qualidade de vida e desenvolvimento humano. Em linhas gerais, infelizmente a produção dessas habitações é inadequada, o que temos é um produto que não leva em consideração qualquer concepção de um conjunto de reflexões previamente estabelecidos para um plano urbano:

Verifica-se que a produção maciça das grandes construtoras tem imposto padronização tecnológica incompatível com as especificidades regionais. Parâmetros como conforto térmico, desempenho e eficiência dos materiais, muitas vezes são menosprezados em função da economia de escala (FERREIRA, 2012, p.89).

Essa produção arquitetônica subordinada aos agentes imobiliários, ora instiga a política pública na figura da casa própria – um bem constitucional elevado como instrumento de controle –, ora caminha como germe de amortecimento social. Algo como pode ser visto na carta de Sandra Cavalcanti ao então presidente da República Castelo Branco (AZEVEDO; ANDRADE, 2011), em que diz:

(...) Nós achamos que a Revolução vai necessitar de agir vigorosamente junto às massas. Elas estão órfãs e magoadas, de modo que vamos ter que nos esforçar para devolver a elas uma certa alegria. Penso que a solução dos problemas de moradia, pelo menos nos grandes centros, funcionará de forma amenizadora e balsâmica sobre suas feridas cívica⁴.

Logo, a construção destes programas habitacionais traz diversas consequências quanto aos sucessos e erros, por exemplo no PMCMV temos quantitativos satisfatórios, entretanto atingindo apenas uma pequena parcela da população mais necessitada. O desenvolvimento econômico oriundo desses meios de produção também impacta diretamente no meio ambiente,

⁴ Ibid., p. 157.

resultando dessa produção: poluição, retirada de cobertura vegetal, um intenso processo erosivo, alto índice de impermeabilização do solo e afins, afetando todo um ecossistema transformado em decorrência de um sistema cada vez mais predatório.

1.2 Agentes de impactos ambientais

Antes mesmo da Revolução Industrial, o meio ambiente sempre passou por impactos causados pela presença do homem, porém, a partir do século XVIII essas questões referentes a poluição acabaram por aumentar, determinando um novo cenário urbano-ambiental.

A retirada da cobertura vegetal em prol da construção das cidades, por exemplo, denota para os núcleos urbanos fenômenos causadores de desconforto térmico, perda de efeitos estéticos, enfraquecimento do solo natural e conseqüentemente surge um alto índice de impermeabilidade do solo dificultando o processo de drenagem natural. Esse crescimento urbano tem afetado diretamente as condições naturais do sítio, quando são desrespeitados todos os elementos do ecossistema. Em Minaki e Amorim (2007, p. 69), vemos que “a necessidade do planejamento ambiental urbano é cada vez maior, considerando que a condição ambiental degradada desfavorece a condição de vida, devido às modificações na paisagem e a estruturação do espaço representada pelos novos agentes de transformação”.

Ao transformar o solo rural em urbano, a sociedade na busca de trazer benefícios próprios afeta o equilíbrio da natureza, por vezes implicando em danos para si. Esse impacto do comportamento humano sobre a natureza intensificada no final do século XX, instaurou uma nova relação de maior equilíbrio entre homem/natureza, ou seja, uma maior atenção preponderante sobre o destaque da natureza como fonte de recursos e desenvolvimento e crescimento da sociedade (MARTINELLI, 2004 *apud* MINAKI; AMORIM, 2007), através de medidas por vezes mitigatórias: educação ambiental, produção de novas técnicas menos industrializadas e mais naturais, e etc.

Souza; Cruz e Tucci (2012) afirmam que no final da década de 60 tornaram-se evidentes os impactos negativos pela falta de uma estratégia de política ambiental, especificamente a degradação dos corpos d'água receptores e os danos sociais (econômicos e culturais) provenientes das inundações. Essas atuais reflexões são notadas em virtude das ações predatórias em todo ecossistema “verde e azul”, uma gama de malefícios que gera impactos ambientais altamente acelerado nos últimos anos. Para Carvalho (2012, p.25),

A ausência de serviços básicos pode causar danos irreparáveis à sociedade e ao meio ambiente, como o caso dos alagamentos provocados pela carência de medidas eficientes de escoamento superficial de águas pluviais. Os rios e riachos localizados nas áreas urbanas facilitam o escoamento, pois se comportam como corpos d'água receptores dos canais subterrâneos.

Em relação aos impactos ambientais, Pedro (2011) cita que nos espaços urbanos são: a degradação dos solos (por meio da erosão urbana), a degradação de recursos hídricos (poluição por esgoto, assoreamento, etc.) e a ocupação inadequada de locais ambientalmente sensíveis, com destaque para os identificados como Áreas de Preservação Permanente (APP).

A lei conhecida como Código Florestal (Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012), essa que dispõe sobre a proteção de vegetação nativa, estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, APP, reservas legais, exploração e suprimento de matéria-prima florestal. Um importante instrumento que dentre outras providências, busca combater as ações predatórias do crescimento urbano cujas ferramentas legais permitem a exploração do ecossistema natural.

De certa forma a lei 6.766/79 complementa ao código florestal, esclarecendo a não permissividade do parcelamento do solo em terrenos alagadiços, sujeitos a inundações, onde as condições geológicas não aconselham a edificação, bem como em áreas de preservação ecológica ou naquela onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis até a sua correção.

Desde o século XX grandes nações têm se encontrado em conferências climáticas na busca de equalizar o processo contínuo da industrialização, dos padrões de vida e seus impactos ao ecossistema. Este tema enquadra-se como instrumento para a concretização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, estabelecidos pela Organização das Nações Unidas – ONU.

As chamadas metas do milênio são propostas que envolvem diversos aspectos onde o quesito de gestão urbana se faz presente, assim como a redução da falta de água potável e a coleta de tratamento de esgoto. Na Cúpula de Desenvolvimento Sustentável em Johannesburgo, por exemplo, foi acordado que os países deveriam buscar desenvolver seus Planos de Recursos Hídricos para atingir diversos objetivos.

De lá para cá, o Brasil evoluiu ao implantar a Política de Recursos Hídricos no processo de Gestão de Recursos Hídricos e a Gestão Integrada de Águas Urbanas, o primeiro passo no amplo mecanismo de gestão das águas, entretanto, falta integrar a ela a gestão de Saneamento

Ambiental que apesar de implicitamente se ver na legislação, na prática não ocorre (TUCCI, 2008).

Diversas são as consequências causadas por agentes de impactos ambientais, dentre elas estão: a retirada da cobertura vegetal, o aterramento em áreas de expansão urbana; a construção de novos empreendimentos localizados em áreas de baixa ou nenhuma infraestrutura das quais agredem ambientalmente o sítio natural local; a inserção de tipologia construtiva que prioriza a alta taxa de ocupação e um alto índice de impermeabilização do solo, o que demanda maiores investimentos em estruturas de drenagem urbana e impossibilidade de inserção de áreas vegetadas, além da utilização de desenhos urbanísticos convencionais e pouco sustentáveis através da artificialização de traçados naturais de corpos hídricos.

Entre os diversos agentes causadores de impactos ambientais, escolheu-se a supressão de área verde e o de impermeabilização do solo por estarem presentes na área dos objetos de estudos, os quais se fazem mais presentes, induzidos de forma legal através de legislações, bem como por ações antrópicas causadas pela população como o descarte irregular de resíduos sólidos e ligações clandestina de esgotamento sanitário (Quadro 2).

Quadro 2 – Agentes de Impactos Ambientais

Agentes	Instrumentos de impactos ambientais	Possíveis consequências da presença deste agente
Supressão de área verde	Planos legais	Aumento da poluição atmosférica, mudança no clima local (surgimento de efeitos como as ilhas de calor).
		Pouca ou nenhuma infraestrutura compensatória decorrente da construção de novos empreendimentos ou a expansão dos já construídos.
		Deslizamentos e poucas áreas naturais de lazer.
	Ações antrópicas	Degradação por causa do uso indevido dos ecossistemas.
Impermeabilização do solo	Planos legais	Enfraquecimento ou desaparecimento de cursos d'água naturais.
		Aterramento em áreas de expansão urbana.
		Aumento da infraestrutura cinza com inserção de percentual insignificativo para permeabilidade do solo aos novos padrões tipológicos
	Ações antrópicas	Aumento ou surgimento de fenômenos como enchentes ou cheias, alagamentos, inundações e enxurradas.

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

Portanto, apesar da existência de legislações que procuram maximizar os atos provocados a natureza pelo processo de urbanização, estas ainda não são totalmente atendidas em termos práticos, quer seja por suas atualizações com metas e determinação de sanções ao seu descumprimento, quer elas se esbarrem em barreiras econômicas das quais transmitem

brechas para as ações perversas causadoras de impactos ambientais por vezes oriundas órgãos públicos, privados ou por ações antrópicas da comunidade em si.

1.2.1 Supressão de área verde

O Brasil é um país conhecido por apresentar uma alta biodiversidade, sendo modificada ao longo dos séculos por vários processos, entre eles a criação e expansão de seus núcleos urbanos. Quando, decorrente do crescimento das cidades começaram a ocorrer mudanças nas características dos sítios naturais, ocupados irregularmente ou modificados por ocupações legalmente regulares, passamos a ver um desmazelo ao habitat natural.

O crescimento urbano desordenado e intenso ocorrido durante o século XX reduziu drasticamente as áreas verdes das cidades e impactou a gestão de recursos, os ecossistemas naturais, a saúde e a qualidade de vida e a economia. No Brasil, esse fenômeno se tornou visível principalmente a partir da década de 1950, quando políticas públicas desenvolvimentistas atraíram quantidades enormes de pessoas para as principais cidades do país e incentivaram o desenvolvimento industrial (PELLEGRINO; MOURA, 2017, p. 213).

Muito tem-se discutido sobre a importância da área vegetada na urbanidade, a qual cada vez mais tem sido suprimida devido ao aparato da infraestrutura cinza⁵, uma competição desleal já que o fator econômico tornou-se um suprassumo ao desenvolvimento das cidades. Mesmo com todo suporte legal, o amplo ambiente natural foi sendo transformado em pequenas manchas, se comparado ao que um dia foi antes da ocupação humana.

Ao poder público fica incumbido a produção de instrumentos aos quais fixam-se méritos de preservação, manejo e revitalização desses espaços naturais; a ele e a comunidade cabe o papel de fiscalizadores de seu cumprimento.

O novo Código Florestal (Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012), define como a vegetação nativa brasileira pode ou não ser explorada, distinguindo-as em: Amazônia Legal; Áreas de Preservação Permanente (APP); de Reserva Legal; áreas rurais consolidadas; de pequenas propriedades ou de posse rural familiar; de uso alternativo do solo ou de manejo sustentável.

A supressão de matas nativas causa desequilíbrio na dinâmica urbano-ambiental, e mesmo com respaldos de base legais o impacto dessa alteração é onerosa, implicando em poluição atmosférica, mudança brusca no clima local, surgimento de deslizamentos causados

⁵ Entende-se por infraestrutura cinza as obras convencionais da engenharia civil: edifícios, estradas, barragens e etc., pois o cinza refere-se ao concreto.

por perturbações do solo pela falta da filtração natural de drenagem das espécies vegetais, entre outros fatores.

As ações predatórias nas áreas vegetadas, configura-se em objeto sazonal na figura do mercado imobiliário, criando danos ao ecossistema pela necessidade de capital. Pouca ou nenhuma infraestrutura verde é vista nas construções de novos empreendimentos, pois nesses padrões tipológicos de habitação, por exemplo, condomínios fechados, por vezes limitam-se a pequenos espaços permeáveis em fundos ou laterais de lotes, já os espaços públicos em áreas incompatíveis se comparada com a que foi impermeabilizada.

A estética paisagística, elemento ao qual compunha variadas definições projetuais de concepção, deve estar melhor articulada aos fatores pré-existentes, ou seja, buscando introduzir o conjunto vegetal ao projeto, ou se possível criando novas possibilidades urbano-ambiental.

Atualmente, a designação ‘praça’ representa um dos termos mais utilizados relacionado à ideia de espaço livre público, embora nos primeiros séculos do período colonial brasileiro, além de praças, nomeavam-se diferentes espaços de outras formas como campos, rossios, terreiros, largos e adros, termos muito encontrados em cidades de colonização portuguesa (Vaz, 2001 *apud* Leão, 2011, p. 67).

Se pudermos conectar os projetos de infraestrutura verde com as pessoas, esses podem ser os trabalhos públicos mais duradouros de nosso tempo (CORMIER; PELLEGRINO, 2008). Para isso acontecer é de suma importância a participação da sociedade civil, numa conjuntura de melhorias ou criação de novos espaços verdes, e não mais destacando-se suas ações que agredem o meio natural, sendo ela agora figura preponderante para o manejo desses espaços.

Além disso, cabe ao poder público buscar melhor instrumentalizar-se, evitando a maciça subtração das áreas verdes pelo exponencial crescimento urbano, ou seja, aparelhando-se de modo mais coerente para que todo o ecossistema natural ou no caso, os artificiais urbanos, não arquem pela falta da criação desse equilíbrio, como por exemplo, a formação das chamadas ilhas de calor socorridas por soluções como reflorestamento, ou as sintomáticas enxurradas, enchentes e alagamentos causados pelo alto índice de impermeabilização do solo.

1.2.2 Impermeabilização do solo

Desde a antiguidade, o homem buscou criar caminhos para deslocar-se com objetivos diversos, entre eles a rota de comércio. Assim, ao longo do tempo esses caminhos foram recebendo melhorias em sua estrutura, decorrente da necessidade de locomoção peatonal com mais fluidez e ao uso de tração animal. Segundo Fernandes (2018), o procedimento da

pavimentação floresceu notadamente a partir da segunda metade do século XII cristão, onde algumas cidades como Paris tornaram-se exemplos sendo a primeira a iniciar a pavimentação sistemática de suas ruas (1185).

As estradas foram sendo criadas e o desenvolvimento urbano destas acompanharam essa evolução. Desse modo a produção industrial nos apresentou a pavimentação asfáltica⁶, aquela que utopicamente viria a ser a sucessora das técnicas tradicionais. Esse tipo de piso em vias públicas tem acompanhando o processo de crescimento urbano, e seu resultado é o franco aumento da impermeabilização do solo.

Comum em muitas cidades históricas, as técnicas de pavimentação tradicionais com uso de pedras e similares, permanecem existentes respaldadas por instrumentos legais que impedem a sua substituição. Segundo a Lei Nº 470/2020 (Plano Diretor Municipal de São Cristóvão), em seu art.58 que corresponde ao sítio histórico tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), tem como um dos objetivos a preservação dos padrões estéticos, paisagísticos e culturais, onde a linguagem construtiva da pavimentação das vias e ruas urbanas das cidades coloniais brasileiras permanecem originais, em favor cultural sem criar falso histórico. Sendo assim, essa ação construtiva da mobilidade urbana é de ordem pública, cabe ao poder público gerir a sua implantação e manutenção.

Devido ao crescimento urbano, nota-se o aterramento de áreas naturais em favor ao processo de expansão, interferindo o curso natural de percolação do ciclo hidrológico das águas pluviais (compreendido como a descarga da energia das águas retornando por processo químico de evaporação ou evapotranspiração), aumentando o fator de impermeabilização do solo e afetando a drenagem urbana.

Essa impermeabilização influencia nas características do ciclo hidrológico das águas, dentre elas a recarga dos aquíferos, o futuro abastecimento de água, o aumento de vazão e o baixo amortecimento destas águas, o controle no fluxo de sedimentação, ao processo de evaporação, além de contamina os mananciais urbanos (CARVALHO, 2012; TUCCI, 2008).

As enxurradas até os bueiros, em uma típica chuva de verão, exemplificam o problema das bacias urbanas: a água escorre das superfícies impermeáveis levando graxas, óleos, metais, matéria orgânica em excesso, micro-organismos patogênicos e demais resíduos que se acumulam pelos pavimentos e coberturas, junto com os sedimentos erodidos de solos expostos (Pellegrino, 2017, p. 26).

⁶ A palavra asfalto vem do grego e significa firme, estável, isso porque sua aplicação – e muito generalizada que foi naquela época – era de aglomerante nas alvenarias. Os asfaltos são encontrados em jazidas na natureza ou são destilados do petróleo (L. A. Falcão Bauer – Materiais de Construção, 2, 2008).

O aumento ou surgimento de causas como alagamentos, enchentes, inundações e enxurradas se intensificaram nos grandes centros urbanos, onde as águas pluviais se acumulam por encontrarem dificuldades de percorrer em um fluxo artificializado construído por estratégias de infraestruturas com as quais buscam livrar-se delas (Quadro 3).

Quadro 3 – Situações naturais de transbordamento de água

Fenômenos	Desastres	Causas
Naturais	Cheias	Quando há o aumento de vazões que ficam restritos à calha (canal) natural do curso d'água.
	Enchentes	Quando essas águas extravasam o limite da calha, ocupando, em parte ou no todo, o leito maior ou a várzea.
Artificiais	Inundações	Resultado da dinâmica de enchente em leitos maiores ou em áreas várzea, em virtude da ocupação humana (habitações, plantações).
	Alagamentos	O acúmulo de água decorrente do escoamento de chuvas intensas em áreas parcial ou totalmente impermeabilizadas.

Fonte: Valente, 2009. Adaptado pelo autor, 2021.

Além das próprias vias, acrescenta-se as coberturas residenciais como elemento agregador a esses problemas de drenagem urbana, entretanto, salienta-se a importância de proprietários de lotes nas cidades, aos quais possuem certa independência da calçada frente a sua residência e por usarem técnicas que aproveitem esse bem natural em uso próprio ou comunitário.

Logo, a inserção das infraestruturas cinzas acarreta num crescente descompasso com as águas das chuvas, por vezes norteados em bases legais como código de obras e planos diretores, dos quais compunham a forma de trata-la através de um sistema de saneamento contemporaneamente discutido quanto a sua eficácia.

CAPÍTULO II

“O homem é a mais insana das espécies. Adora um Deus invisível e mata uma Natureza visível... sem perceber que a Natureza que ele mata é esse Deus invisível que ele adora.”

Hubert Reeves (Astrofísico Canadense)

2 BREVE HISTÓRICO SOBRE O SANEAMENTO

O saneamento se apresenta como algo importante para o processo de urbanização, na prerrogativa de trazer melhores condições de habitabilidade para as pessoas, além de benefícios ambientais ou como forma de inibir os impactos ambientais. Com base na Lei Federal nº 11.445, o saneamento básico no Brasil é dividido em 4 categorias, sendo a drenagem e o manejo de águas pluviais uma delas, onde a sua escolha para discussão neste trabalho é justificada pelos problemas referentes ao assunto no objeto de estudo.

Nas civilizações primitivas, a drenagem contribuiu para o aproveitamento de grandes extensões de terra, entretanto, algumas das antigas cidades já possuíam infraestrutura sanitária por volta de 4000 a.C. (FERNANDES, 2018). Ao longo dos tempos as cidades passaram por fases quanto ao trato das águas pluviais e cada vez mais o assunto de drenagem urbana passou a ser incorporado nos questionamentos de desenvolvimento social, econômico, e a partir do final do século XX, no desenvolvimento sustentável.

Para ilustrar esse processo da história do saneamento – aqui com foco na drenagem urbana –, esse capítulo foi dividido em alguns subtópicos. No primeiro (2.1), se apresenta brevemente o processo histórico do saneamento das primeiras civilizações que consiste ao avanço das soluções hidráulicas. Já no segundo subtópico (2.2) aborda-se a fase do sistema higienista; a contribuição sanitária para o sistema urbano e que ainda é a forma mais aplicada de se tratar as águas pluviais nas cidades. Já no tópico 2.3 expõe-se as discussões contemporâneas de saneamento espalhadas por vários países; as fundamentações construídas em cima das práticas higienistas que vêm pregando novas propostas conceituais de medidas de baixo impacto ambiental na drenagem urbana (2.3.1). Por fim, encerra-se o capítulo apresentando um breve histórico do saneamento no Brasil (2.4).

2.1 Fase Pré-higienista

O fim da vida nômade e a necessidade do homem em fixar-se em localidades, tornaram-se possíveis a partir do momento em que ele iniciou a prática da agricultura, incluindo técnicas de drenagem para a irrigação. Assim, o homem passou então a inventar técnicas de manejo das águas sobre o solo, utilizando seu poder de percolação para estabelecer os primeiros processos de irrigação.

Segundo Fernandes (2018), as explorações arqueológicas em algumas construções da antiguidade permitiram a localização de notáveis obras de saneamento, como canalização de esgoto e condutos subterrâneos (Quadro 4). Nas primeiras civilizações, os sistemas primitivos de drenagem consistiam exclusivamente de valas a céu aberto, entretanto, aos poucos, surgiu a ideia de construir dutos cobertos para a drenagem urbana, combatendo a formação de lamaçais e escoamentos erosivos (FERNANDES, 2018).

Quadro 4 – Notáveis obras de saneamento da Antiguidade

Obra	Local	Período	Característica
Canalização de esgoto e drenagem	Vale do Rio Indo	Aproximadamente 3200 a.C.	Formato de arco.
Condutos subterrâneos	Tell-Asmar (Iraque)	Aproximadamente no ano 2600 a.C.	Deposição das águas servidas e drenagem. Utilização de captação subterrânea.
Drenagem	Kahum (Índia)	Entre 2100 a.C. e 1700 a.C.	Material em mármore.
Drenagem	Roma (Itália)	Aproximadamente no ano de 60 a.C.	Mais famosa construção da antiguidade (Cloaca ⁷ Máxima).
Drenagem	Via Ápia (Antiga Roma)	312 a.C.	Ampliação da Cloaca para drenagem dos pântanos de Paludes Pontinas.

Fonte: FERNANDES, 2018. Adaptado pelo autor, 2021.

Durante essa fase as águas servidas eram despejadas nas ruas, acumulando-se ao lixo e conduzidos para as canalizações de drenagem. Fernandes (2018) explica que somente a partir de 1500. a.C. (Idade do Bronze), foi que ocorreu uma verdadeira revolução urbana com a população deixando os campos para formar as cidades.

O povo do Indo edificava suas cidades de modo a se manter acima das linhas de enchente do rio. Como em algumas cidades sumérias, entre as quais Ur, as comunidades urbanas eram construídas sobre imensos platôs de terra e cascalho, verdadeiras ilhas artificiais, totalmente a salvo das cheias, em meio às planícies.

Nos achados do Médio Império do Egito (2040-1640 a.C.) no norte da África, nas ruínas de Kahum, foram encontrados os primeiros sistemas urbanos de drenagem pluvial. Nela, construíram-se nas partes centrais galerias em pedras de mármore para drenagem de águas superficiais, cuidadosamente implantadas no centro das ruas. Já no Oriente, o povo do vale do

⁷ Coletor de esgoto.

Indo, mais especificamente na cidade de Harappa, dispunha de um sofisticado sistema esgotamentos construídos com base de tijolos e o de drenagem continha aberturas em intervalos regulares para inspeção e manutenção (FERNANDES, 2018).

A construção da Cloaca Máxima em Roma (Figura 2) é atribuída ao quinto rei romano Tarquínio Prisco (580-514 a. C.), e é a maior das obras de drenagem romana ainda em funcionamento. É um canal da água de drenagem que se iniciava no Fórum Romano, drenando o solo encharcado aos pés da colina do Capitólio (FERNANDES, 2018).

Figura 2 – Cloaca Máxima em Roma



Fonte: Un dipinto - la Cloaca Maxima⁸

O planejador urbano e arquiteto Hipódamo de Mileto (~480-430 a.C.), desenvolveu um sistema inteiramente novo de planejamento urbano posteriormente denominado de malha hipodâmica. Permitiu o desenvolvimento futuro de traçados de microdrenagem mais eficientes, bem como a melhor disposição da macrodrenagem, principalmente obras de retificação (FERNANDES, 2018).

Mais brevemente, o arquiteto romano Marco Vitruvius Pólio (c. 70-25 a. C.), em seu livro *De Architectura*, acentuou a importância de se determinar a salubridade de um sítio, além de oferecer indicações precisas de lugares apropriados à fundação de cidades e construção de prédios, dando muita atenção à posição, à orientação e ao sistema de drenagem das moradias (ROSEN, 1994, p. 44 *apud* FERNANDES, 2018).

Já nas cidades medievais, o sistema de drenagem repetia o da fase primitiva, entretanto foi no fim da Idade Média que houve um impulso quanto a relação saúde-saneamento, onde para muitos historiadores, esse período entre o início do século XVI e meados do século XVIII é considerado um tempo de transição, pois generalizou-se a pavimentação das ruas e construção

⁸ Link da imagem: https://www.tripadvisor.com.br/LocationPhotoDirectLink-g187791-d12865199-i437765820-Cloaca_Maxima-Rome_Lazio.html

de obras de canais de drenagem, onde escoavam os refugos indesejáveis das ruas em direção aos rios e lagos, tornando-os perigosamente contaminados (FERNANDES, 2018).

Tucci (2012, p. 15) explica que essa fase da antiguidade, descrita por ele como pré-higienista, “atualmente é encontrada em pequenas comunidades, nas áreas de favelas ou de ocupação irregular”, e ainda em “cidades onde o investimento em saneamento é muito deficiente”, onde “é encontrada em grande parte das cidades brasileiras”, conclui dizendo que “um número reduzido de cidades, por exemplo, Porto Alegre (RS), Brasília (DF), Campo Grande (MS) e São Paulo (SP), está entre a fase higienista e a corretiva.”

Os países em desenvolvimento estão tentando sair da segunda fase (Higienista) em direção a uma ação corretiva, já os desenvolvidos encontram-se na fase sustentável, construindo ações como: tratamento de esgoto doméstico (cobertura quase que total) e controle de inundações urbanas com detenções (amortecimento) (TUCCI, 2006).

No início da década 1970, verificou-se que era insustentável continuar a construção de obras de drenagem que aumentassem o escoamento devido à urbanização, como a canalização de rios naturais. Revisou-se os procedimentos e passou a se utilizar os sistemas de amortecimento em detrimento de canalização (TUCCI, 2012). Forgiarino *et al.* (2007) e Tucci (2008), definem quatro estágios com características particulares entre si, são elas: fase pré-higienista, higienista, corretiva e sustentável (Quadro 5).

Quadro 5 – Estágios do desenvolvimento das águas urbana

Fase	Características	Consequências
Pré-higienista: até início do século XX	Esgoto em fossas ou na drenagem, sem coleta ou tratamento e água da fonte mais próxima, poço ou rio.	Doenças e epidemias, grande mortalidade e inundações.
Higienista: antes da década de 1970	Separação do esgoto e da drenagem, mas sem haver tratamento prévio. Transporte do esgoto distante das pessoas e canalização do escoamento.	Redução das doenças, mas rios contaminados, impactos nas fontes de água e inundações.
Corretiva: entre as décadas de 1970 e 1990	Tratamento de esgoto doméstico e industrial, amortecimento do escoamento.	Recuperação dos rios, restando a poluição difusa, obras hidráulicas e impacto ambiental.
Desenvolvimento sustentável: depois da década de 1990	Medidas sustentáveis além do tratamento do escoamento pluvial por meio da recuperação da infiltração. Planejamento da ocupação do espaço urbano, obedecendo aos mecanismos naturais do escoamento. Controle dos micro-poluentes, da poluição difusa.	Conservação ambiental, redução das inundações e melhoria da qualidade de vida.

Fonte: Forgiarino (2007) e Tucci (2008), adaptado pelo autor, 2021.

Como pode-se ver, este padrão universal da fase pré-higienista foi seguido pelos humanos ao longo de centenas de anos, especialmente nas pequenas comunidades urbanas, mas ainda é vista em cidades carentes de infraestrutura de drenagem. Esta condição persistiu até

meados do século XIX, quando surgiram os primeiros sistemas de distribuição urbana de água potável por encanamentos, além da popularização das peças de descarga hídrica para descarga de esgotos; era chegada a fase higienista (FERNANDES, 2018).

2.2 Fase higienista

Nascido em 1864 na cidade de Campos dos Goitacazes no Estado do Rio de Janeiro, atuando em 53 cidades brasileiras entre 1893 e 1929, Francisco Saturnino de Brito e a sua vasta contribuição para o desenvolvimento nas áreas de hidrologia urbana e saneamento, é considerado o mais relevante engenheiro sanitarista do Brasil. Não apenas por sua intensa atividade e concepção de obras, como também por causa de seus escritos, da relação internacional neste campo e do profundo conhecimento científico (NASCIMENTO; BERTRAND-KRAJEWSKI; BRITTO, 2013).

A contribuição do Saturnino de Brito foi preponderante para a melhoria do sistema único de desague de águas pluviais e cloacais, sugerindo a separação dessas redes como hoje a conhecemos, onde “o sistema de esgotamento sanitário e pluvial proposto é do tipo separador absoluto, ou seja, os esgotos sanitários e as águas pluviais são transportados em redes próprias, não conectadas entre si” (NASCIMENTO; BERTRAND-KRAJEWSKI; BRITTO, 2013, p. 120).

O sistema higienista ainda é o mais utilizado nas áreas urbanizadas, estas providas de política pública. Uma das maiores referências urbanísticas para Saturnino de Brito no século XIX, foi o modelo de melhoria de circulação viária e saneamento das cidades criado por George-Eugène Haussmann (NASCIMENTO; BERTRAND-KRAJEWSKI; BRITTO, 2013). O plano haussmaniano buscou trazer melhorias para a malha urbana da cidade de Paris, capital da França, onde foram necessárias diversas desapropriações e demolições com diversos objetivos de força política.

O barão Haussmann (1809-1891) teve em Luiz Napoleão III o seu mentor na busca de prestígio da minoria operária e da burguesia intelectual, em gozo de um instrumento executivo capaz e rendoso para as alterações urbanísticas na Velha Paris, suprimindo ruas e bairros antigos que eram foco das revoltas (BENEVOLO, 2001). Segundo Benevolo (2001, p.106-110), o plano de Haussmann não acompanhou as mudanças da cidade ao longo do tempo, para o autor:

O plano de Haussmann funcionou bem por muitas décadas, graças às margens abundantes contidas em seu espaço, mas depois demonstrou ser inadequado às necessidades crescentes da metrópole (...) fez de Paris a cidade mais moderna do

século XIX, mas a mais congestionada e difícil de planificar do século XX. Ele (Haussmann) apensava que Paris podia ser “arrumada” (...) e que a “arrumação” devia ser corroborada pelos usuais critérios de regularidade geométrica, de simetria e de decoro.”

Muitos dos propósitos de reformar as cidades essencialmente adotando princípios urbanísticos de inspiração haussmaniana foram e são construídas, como por exemplo, Belo Horizonte (MG) e Rio de Janeiro (RJ) no Brasil, entretanto as motivações podem ser as mais distintas. Uma delas apoia-se em razões ideológicas na busca de aparelhar o país como cidades modernas, saneadas e funcionais para promover as novas atividades comerciais e industriais, e outras pautadas nas constantes epidemias sofridas pela população urbana (NASCIMENTO; BERTRAND-KRAJEWSKI; BRITTO, 2013).

O planejamento urbano do século XX sob o pretexto do higienismo pensou ser possível prescindir da cobertura vegetal e dos recursos naturais, enquanto as soluções tecnicistas driblavam o ciclo hidrológico (PELLEGRINO; MOURA, 2017). Os sistemas naturais são valiosos instrumentos ecológicos os quais oferecem diversos benefícios para as cidades, entre eles estão o sequestro do carbono, o tratamento das águas pluviais, o abastecimento de água e a melhoria do microclima (CORNIER, PELLEGRINO, 2008).

Apesar da existência de equipamentos frutos do sistema higienista comum na maioria das cidades brasileiras, Saturnino de Brito traz argumentos urbanísticos em apoio ao conceito de que o traçado das cidades deve respeitar a topografia dos sítios, bem como no início do século XX, ele já havia planejado algumas cidades segundo essas concepções sustentáveis (NASCIMENTO; BERTRAND-KRAJEWSKI; BRITTO, 2013) e (TUCCI, 2006). Apesar disto, o momento global pede por novas propostas urbanas menos nocivas à natureza, assim foi surgindo ao longo do final do século XX medidas de drenagem urbana sustentáveis.

2.3 Uma evolução conceitual, o desenvolvimento sustentável

Com a passagem para o século XXI, desencadeou-se diversos conceitos e metodologias que buscassem se não contrapor ao sistema higienista, que complementasse a sua aplicação, já que nesse processo de planejamento urbano não se identificam preocupações com parâmetros ambientais. Todavia, na urbanização de baixo impacto, essas possíveis causas são consideradas em função do tipo de ocupação (telhados, caminhos para pedestres, vias e estacionamentos) (TAVANTI; BARBASSA, 2012).

Em (Tucci, 2008, p.72), o autor afirma que, “pode-se observar que as alterações geradas pelo crescimento urbano trazem para as cidades um desequilíbrio ao meio ambiente. Em favorecimento de cidades harmoniosas, discute-se por novas estratégias requalificando os moldes higienistas obsoletos.”

Para buscar uma solução ambientalmente sustentável para novos empreendimentos é necessário o gerenciamento integrado da infraestrutura urbana, iniciando-se pela definição da ocupação do espaço com preservação das funções naturais como a infiltração e a rede natural de escoamento.

O ritmo exponencial do crescimento da população urbana em detrimento da rural numa escala planetária, denota a importância que os espaços urbanos merecem receber depois da revolução industrial (MINAKI; AMORIM, 2007). Tucci (2008) cita que essas transformações em favorecimento do meio urbano têm causado problemas cada vez mais graves a natureza, e quanto mais tempo se perdurar maiores serão os prejuízos com os quais as próximas gerações terão como herança.

Como se sabe, o ambientalismo também tem ganhado força a partir das últimas décadas do século XX com a criação de alguns movimentos como o Green Peace⁹, o WWF¹⁰, algumas outras organizações não governamentais (ONGs) de grande escala, dentre outros pormenores que buscam atuar dentro de uma centralidade mais local e mais próxima com a realidade comunitária.

Evidente que a premissa do manifesto destas ONGs busca a preservação e requalificação de todo o meio ambiente: fauna, flora e todos os conjuntos de fatores aos quais celebram à vida humana e dos ecossistemas presentes no planeta. Contudo, as políticas públicas precisam desempenhar o seu papel, ou seja, compreender e atuar em favor dessa nova realidade globalista cada vez mais consumidora de seus bens naturais.

Na concepção de um projeto sustentável, nele os mananciais são protegidos, o esgoto é tratado com possibilidade de reuso, o sistema de drenagem natural é preservado, também buscasse conservar uma maior área verde comum. Há também outras estratégias que vão desde a retirada do meio fio das ruas de menor movimento, além de salvaguardar uma melhor infiltração das águas ao integrar o asfalto à gramados ou outros sistemas naturais vegetais (TUCCI, 2008).

⁹ Organização ativista, comprometida apenas com os indivíduos e a sociedade civil, que usa confrontos pacíficos e criativos para expor problemas ambientais e desenvolver soluções para um futuro verde e pacífico.

¹⁰ “*World Wildlife Fund*”: Organização da sociedade civil brasileira, apartidária e sem fins lucrativos que trabalha em defesa da vida, com propósito de mudar a atual trajetória de degradação socioambiental presente em mais de 100 países.

Na conceituação e na aplicação das técnicas sustentáveis, são discutidas soluções para os problemas relacionados às águas urbanas através de ações preventivas para o desenvolvimento do sítio urbano. Tucci (2008, p.77) explicita a importância disso. Para ele “isto parece uma utopia dentro da nossa realidade, no entanto, o empreendedor é sensível ao custo e a população que deseja comprar um ambiente mais adequado, está buscando qualidade de vida. Estes são dois fatores importantes na tomada de decisão”.

Apesar do Brasil ter incorporado em sua base de saneamento básico o sistema higienista, Nascimento; Bertrand-Krajewski; Britto (2013), descrevem que a obra de Saturnino não fez parte de uma concepção técnica compensatória, ou até mesmo de uma concepção mais contemporânea para as cidades, ou seja, a de um sistema sustentável de desenvolvimento urbano de baixo impacto. Entretanto, seus estudos a respeito da proteção de bosques, bem como as florestas nas bordas das cidades, e mesmo os relatos da importância de seu papel para a contribuição do conforto e composição urbanísticos, se aproximem da evolução conceitual dessas novas estratégias. Estratégias essas que não deixam de ter um papel preponderante da biodiversidade, circulação de ar e benefícios para o clima local (NASCIMENTO; BERTRAND-KRAJEWSKI; BRITTO, 2013).

Apesar disto, para Tucci (2005) *apud* Tavanti e Barbassa (2012), essa espécie de sistema de drenagem urbana higienista altera o ciclo hidrológico e aumenta a aceleração do processo de escoamento superficial das águas pluviais, transferindo os impactos para áreas a jusante¹¹.

A drenagem urbana do sistema higienista se apresenta obsoleta para o padrão de cidade que vem sendo construída. Mediante essas necessidades contemporâneas, nesse retrato cujas discussões do então implantado e difundido sistema do engenheiro Saturnino de Brito passa por questionamentos, não cabe aqui desqualificar a contribuição do celebre sanitaria, entretanto, o fator econômico, cultural e a implantação de suas técnicas na esfera política – tratando o saneamento como controle social –, possibilitam a visão para a incorporação de novos conceitos e técnicas.

Encontros e eventos foram acontecendo desde os últimos anos do século passado para tratar a respeito dos impactos causados pela má gestão do ciclo das águas pluviais urbanas, bem como pelo manejo deste recurso.

Com o desenvolvimento de diversos conceitos espalhados e criados em alguns países, estes aos quais foram se adaptando as necessidades locais, a evolução e aplicação dessas

¹¹ Trecho mais baixo do rio. O rio é composto por trechos a montante e a jusante, que são as partes mais altas (próximas à nascente) e mais baixa (próximas à foz), respectivamente.

terminologias de drenagem urbana podem ser agrupadas e caracterizadas, destacando sua semelhança e a ordem cronológica.

Assim, são apresentados os conceitos – ou medidas, como também é apresentado na literatura – mais difundidos que abordam sobre o tema de desenvolvimento de drenagem sustentável. Estes podem ser definidos por aqueles cujo o foco primário tangem o quesito do manejo das águas pluviais, e outros que buscam discutir a gestão dessas águas. Também há o fator da especificidade destes, distinguindo-os em aqueles de técnicas específicas, onde a filosofia e as técnicas usadas caminham lado-a-lado; as de foco mais conceitual e as que trazem princípios gerais. Ambos conceitos apresentam notáveis especificidades, mecanismos naturais de gestão e manejo, em suma maioria em favorecimento à permanência das águas no seu local de origem, sua requalificação, além de outros parâmetros propositivos socioambientais.

2.3.1 Medidas estruturais e não estruturais

Entende-se por medidas estruturais àquelas que são necessárias intervenções físicas (pavimentos porosos, poços de infiltração, bacias de detenção, dentre outros), ao sistema fluvial por meio de obras na bacia (extensivas), ou no rio (intensivas) para evitar o extravasamento decorrente das enchentes (TUCCI, 2006) (Figura 3).

Figura 3 – (A) Medida estrutural extensiva, controle de erosão do solo. (B) Medida estrutural intensiva, reservatório de controle de enchentes.



Fonte: Portal AECWeb; Portal Metálica, elaborada pelo autor, 2021.

Segundo Tucci (2006), as medidas estruturais intensivas ainda apresentam três tipos: as que aceleram o escoamento: construção de diques e polders, aumentando a capacidade de descarga dos rios (canais) e corte de meandros; as que retardam o escoamento: reservatórios e bacias de amortecimento, e as que facilitam o desvio do escoamento: obras como canais de desvios. Já as medidas não estruturais apresentam-se com foco em ações como educação, reciclagem, controle na fonte e etc., aplicadas em caráter “preventivo” e buscam um resultado da relação custo-benefício muito melhor das de caráter “corretivo” (TUCCI, 2006).

Buscou-se para essa pesquisa, um melhor aprofundamento quanto ao estudo das medidas estruturais intensivas, que são aquelas não realizadas no rio propriamente dito, mas sim nas áreas de inundação como forma de amortecer a vazão das águas pluviais, cenário semelhante ao objeto de estudo (Quadro 6).

Quadro 6 – Medidas estruturais e não estruturais

Medida	Principal vantagem	Principal desvantagem	Aplicação
Medidas estruturais extensivas			
Alteração da cobertura vegetal	Redução do pico de cheia.	Impraticável para grandes áreas.	Pequenas bacias.
Controle de perda do solo	Reduz assoreamento.	Idem do anterior.	Pequenas bacias.
Medidas estruturais intensivas			
Diques e polders	Alto grau de proteção de uma área.	Danos significativos caso falhe	Grandes rios e na planície.
Medidas não estruturais			
Preventivas	Minimizar significativamente os prejuízos com um custo menor.	Falsa sensação de segurança.	Planejamento de uso do solo, gerenciamento de zoneamento, educação ambiental e planos de defesa civil.

Fonte: Tucci 2006, modificado pelo autor, 2021.

Entretanto, essas medidas fazem parte de um grupo de técnicas da engenharia aplicadas para o controle e prevenção de enchentes, e não devem ser confundidas com as de definições conceituais de desenvolvimento de baixo impacto. Por conseguinte, se mostra logo abaixo as medidas estruturais e não estruturais sustentáveis, sendo elas o *Best Management Practices* (MBPs) (Melhores Práticas de Gerenciamento); o *Stormwater Quality Improvement Devices* (SQIDs) (Dispositivos de Melhoria de Qualidade de Águas Pluviais) e o *Stormwater Control Measures* (SCMs).

a) Best Management Practices (BMP)

O BMPs (Melhores Práticas de Gerenciamento) trata em atenuar os impactos da urbanização, considerando não somente preocupações com a quantidade de água, mas também aspectos de qualidade (GARRIDO NETO *et al.*, 2019).

Esse termo tem sido amplamente usado e foi difundido em países como os Estados Unidos e o Canadá, e pode ser considerado o marco inicial no tema, pelo menos no que tange as discussões científicas sobre os questionamentos quanto ao manejo das águas pluviais e no controle de poluição nas áreas de efluentes industriais ou esgoto municipal (RIBEIRO, 2014).

Para (SILVEIRA, 2018), essa medida surgiu nos E.U.A para identificar práticas estruturais e não estruturais úteis à área da agricultura deste país quanto a conservação de solos, através da construção de um repertório com o objetivo de controle da poluição pluvial e dos sedimentos.

Associados aos procedimentos anteriores, o termo BMP vem do contexto histórico de gerenciamento dos processos de tratamento de esgoto, focando-se nessas medidas não estruturais, como por exemplo, as operações de treinamento, manutenção e processos de operações gerais (FLETCHER *et al.*, 2015) de drenagem urbana.

Desse modo, somente no ano de 1949 durante o evento *Clean Water Act* (Lei de Água Limpa), o termo *Best Management Practices* surge, trazendo em sua bagagem a aplicabilidade histórica somados ao gerenciamento de terras agrícolas, porém somente no ano de 1972 o conceito foi elaborado atrelando as práticas históricas ao termo BMP (FLETCHER *et al.*, 2015). Nesse mesmo evento no início da década de 1970,

verificou-se que era insustentável continuar a construção de obras de drenagem que aumentassem o escoamento devido à urbanização, como a canalização de rios naturais. Procurou-se revisar os procedimentos e utilizar sistemas de amortecimento em detrimento de canalização (TUCCI, 2012, p. 14).

A *Environmental Protection Agency* (EPA) (Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana), uma das grandes referências mundiais sobre o assunto a qual serve de base para outras técnicas que surgiram em outros países – entre eles o Canadá, o qual tem organização própria e segue as premissas norte-americanas –, definem o BMP como “a programação de atividades, a proibição de práticas, os procedimentos de manutenção e outras práticas de gerenciamento para prevenir ou reduzir a descarga de poluentes nas águas” (RIBEIRO, 2014, p. 31).

A partir de 1970, a adoção de técnicas corretivas de drenagem urbana tem sido estudada priorizando o controle do escoamento por meio de detenções, baseando-se nas técnicas de *Best Management Practices* (BMPs).

Desde esse mesmo ano, uma outra abordagem foi sendo desenvolvida no Brasil para “corrigir” os problemas de drenagem urbana através de “Técnicas Compensatórias”. Essa forma de planejamento da drenagem urbana baseou-se nas técnicas (BMPs), adotada e repercutida em todo o mundo quanto ao quesito de escoamento pluvial (FORGIARINI *et al.*, 2007).

b) Stormwater Quality Improvement Devices (SQIDs)

Assemelhando-se ao conceito do BMPs, a nomenclatura *Stormwater Quality Improvement Devices* (SQIDs) (Dispositivos de Melhoria de Qualidade de Águas Pluviais), surge na Austrália com o objetivo da remoção dos resíduos mais grosseiros e das cargas poluidoras dos escoamentos superficiais (SILVEIRA, 2018).

Esse termo aparece pela primeira vez nos relatórios feitos pelo conselho da cidade de Brisbane, capital do Estado de Queensland, no ano de 1998 (FLETCHER *et al.*, 2015).

Como será visto nos tópicos seguintes, na Austrália são aplicados dois conceitos enquadrados na sistematização da drenagem urbano de baixo impacto, o SQIDs, este de necessidade mais específico e local, e o *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) (desenhos urbanos *sensíveis* a água) com uma abordagem em uma escala maior, podendo ser confundidos, entretanto, o SQID tem por foco as necessidades relacionadas a cidade de Brisbane, mas que não o impede dela e de outras medidas serem incorporadas em outra localidade.

c) Stormwater Control Measures (SCMs)

Outro termo utilizado para descrever o controle de manejo das águas pluviais urbanas nos E.U.A é o *Stormwater Control Measures* (SCMs), numa tradução livre, “Medidas de Controle de Águas Pluviais”. A criação do SCMs traz como premissa as considerações em cima do termo BMP, aos quais foram consideradas vagas e que claramente algumas das suas abordagens não eram as melhores a serem aplicadas. Sendo assim, segundo Fletcher *et al.*, (2015), o Conselho Nacional de Pesquisa das Academias Nacionais de Engenharia e Ciência dos Estados Unidos encomendaram uma abrangente revisão de suas práticas. Ainda em Fletcher *et al.* (2015, p.6):

Uma das principais chaves foi um acordo universal para abandonar o termo BMP em favor da medida de controle de águas pluviais (SCM), para se referir as medidas de controles estruturais (por exemplo, sistemas de bioretenção) e não estruturais (por exemplo, programas de desconexão de calha residencial (Tradução nossa).

Todavia, apesar dos questionamentos por parte da estrutura do conceito BMP serem vistos como obsoletos, o SCM não altera o seu antecessor, o qual ainda continua a ser utilizado em muitos estados dos E.U.A (FLETCHER *et al.*, 2015).

Como pode-se ver, as técnicas aplicadas no BMP, SQID e SCM basicamente estão divididas em dois grupos principais, os de medidas estruturais e os de medidas não estruturais, sendo assim assemelham-se em sua aplicabilidade, entretanto, possuem particularidades distintas em acordo com as necessidades locais.

2.3.2 Medidas alternativas

As medidas alternativas têm em seu escopo uma especificidade mais destinada as questões conceituais, ainda atreladas as medidas estruturais e não estruturais, porém já com um maior foco na gestão do fluxo do ciclo hidrológico (detenção, atenuação, infiltração e retenção do controle da fonte) e não mais apenas no manejo das águas de chuvas urbanas, incluindo também o uso de corredores multifuncionais de gestão de águas pluviais (FLETCHER *et al.*, 2015).

a) Alternative Techniques (ATs)

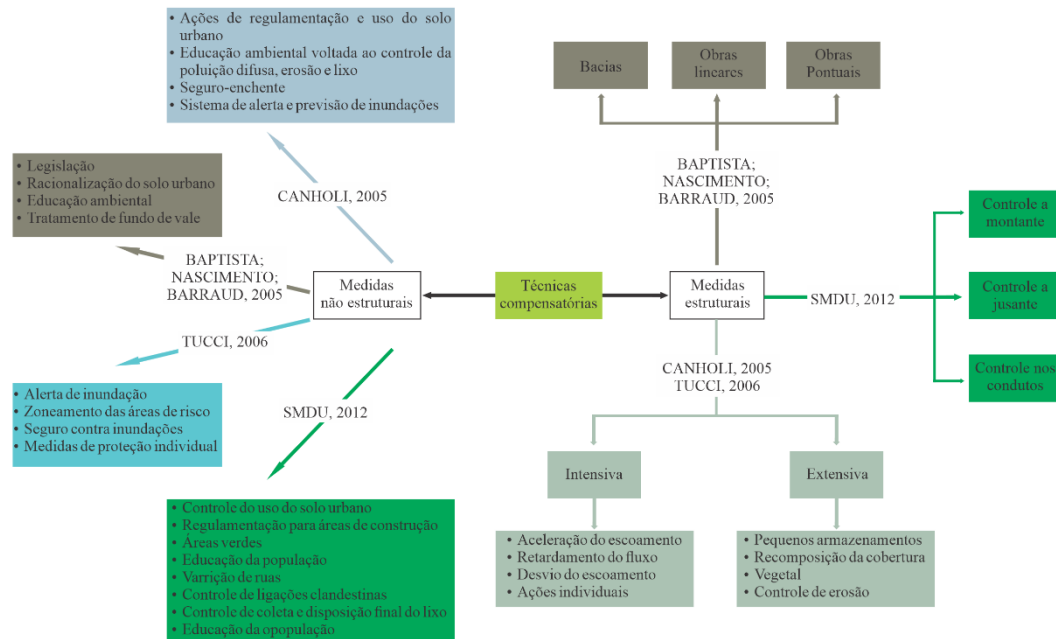
As *Alternative Techniques* (ATs) (no Brasil técnicas alternativas ou compensatórias) ou *Téchniques Compensatoires* (na França) (TAs), começaram a ser usadas em países de idioma francês a partir do no início 1980 para descrever um novo paradigma da drenagem urbana, movimento longe da abordagem tradicional de "eliminação rápida". Criado em virtude da expansão das cidades e subúrbios parisienses e os seus impactos ambientais, esse conceito busca resolver os problemas de drenagem urbana, bem como propõe uma melhoria da qualidade de vida (FLETCHER *et al.*, 2015).

Curiosamente, Petrucci (2012) *apud* Fletcher *et al.* (2015), informam que na França as regras de projetos de ATs se limitam aos aspectos hidráulicos, ignorando os ecológicos e amenidades paisagísticas. Seus objetivos são: redução do volume de escoamento, das vazões de pico e, de modo mais geral, a redução da vulnerabilidade das áreas urbanas às enchentes. Em um grau um pouco menor, proteger a qualidade dos ambientes receptores, mantendo o foco principalmente nos benefícios humanos ao invés do ecossistema.

Esse conceito, mesmo sem o foco no abastecimento de água, foi visto como um novo paradigma de desenho urbano, algo próximo ao *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) – que será mostrado mais à frente. Um dos princípios era o de usar técnicas compensatórias para buscar as taxas de fluxo que ocorriam em condições naturais, algo próximo à abordagem LID (FLETCHER *et al.*, 2015).

No Brasil, a introdução de conceitos como apresentados neste capítulo foi sendo desenhado por teóricos ao longo de uma evolução científica do tema (Figura 4), pois focar apenas na conceituação de redução do volume escoado como soluções de problemas de drenagem já estava ultrapassado, faltava o aspecto qualitativo da água neste conjunto de discussões.

Figura 4 – Técnicas compensatórias no cenário nacional



Fonte: Ribeiro 2014, modificado pelo autor, 2021.

Como pode-se ver, diversas conceituações brasileiras foram criadas por diversos autores ao passar dos anos, aplicadas para as técnicas que empunham a resolução ou a compensação destas sobre drenagem urbana de baixo impacto.

b) Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)

Orientados sobre uma série de opções de controle técnicos para a gestão de águas pluviais, durante a expansão de uma área urbana em um projeto chamado *Dunfermline Eastern Expansion* (DEX) na região da Escócia, o consultor ambiental Brian D'Arcy estabeleceu o conceito do triângulo de drenagem sustentável: quantidade, qualidade, habitat/amenidade utilizado no Reino Unido. Acredita-se que Jim Conlin foi o primeiro (outubro de 1997) a usar o termo *Sustainable Urban Drainage Systems* (SuDS) (Sistema Sustentável de Drenagem Urbana) para descrever a tecnologia de águas pluviais no velho continente (RIBEIRO, 2014); (FLETCHER *et al.*, 2015).

Com técnicas praticamente idênticas, porém diferentemente dos exemplos norte-americanos e canadenses que usam os conceitos BMP, os SUDS subdividem-se em: Controle na fonte (princípio da sequência lógica de operações e atividades), sistema de transporte permeável, pré-tratamento e tratamento passivo.

Na prática, a aplicação do SUDS no Reino Unido consiste em uma variedade de tecnologias e técnicas utilizadas para drenar águas pluviais e de superfície de uma maneira mais sustentáveis do que as soluções convencionais, além do caráter de integração paisagística com o meio, resultando em uma aceitação mais fácil por parte da população e tornando-o, de certa maneira, diferenciado do conceito BMP (RIBEIRO, 2014).

2.3.3 Controle na fonte

A existência do termo Controle na Fonte (*Source control for stormwater management*) (SOCOMA), é um nome estabelecido na década de 1990 em um fórum que discutiu e trocou informações referente aos aspectos estruturais e não estruturais aplicadas na fonte hidráulica ou perto dela (FLETCHER *et al.*, 2015).

Esse também é um bom exemplo de confusão dos termos e seus múltiplos significados, já que foi usado por diversos autores para se referir a métodos estruturais e não estruturais, além disso também existe as questões gramaticais, já que a fonte não é controlada, mas sim tratada.

Ele foi usado inicialmente para fazer distinção entre sistemas de águas pluviais no local, e suas práticas utilizadas na ajuda de mitigar os impactos das águas pluviais nas águas receptoras, promovendo o controle do fluxo, evapotranspiração e infiltração o mais próximo possível da fonte (FLETCHER *et al.*, 2015).

2.3.4 Medidas de design de baixo impacto

Com uma abordagem mais espontânea, o desenvolvimento dos resultados com base nas medidas de design de baixo impacto tende a ocorrer de modo mais natural se comparada as anteriores aqui citadas. A essas novas medidas incorporam-se um certo distanciamento das medidas estruturais e não estruturais, focando-se mais na gestão das águas urbanas do que o seu manejo, obtendo mais especificidades conceituais e de princípios gerais na implantação de suas técnicas.

a) Low Impact Development (LID)

O *Low Impact Development* (LID) (Desenvolvimento de Baixo Impacto) se tornou popular a partir da década de 90, na busca de recuperar o ciclo hidrológico natural perdido durante o processo de urbanização e o seu custo em infraestrutura tende a ser menor se equiparado ao custo de um sistema corretivo.

O LID trabalha na solução de trazer para o sítio em questão o cenário de sua pré-existência natural, ou seja, fazer como que não somente o pico, mas também o volume de águas pluviais, sua frequência, duração e qualidade de escoamento retomem um qualitativo próximo ao ideal.

Desse modo, essa “escola” busca fazer com que sejam recuperados o ciclo hidrológico através dos processos naturais para a superfície local, alterada em função do processo de urbanização apresentando três condições: a de pré-ocupação – onde se busca manter as condições hidrológicamente mais próximas possíveis das condições naturais, a da urbanização convencional e, por fim a de baixo impacto para os aspectos urbanísticos, ambientais e hidrológicos (TAVANTI; BARBASSA, 2012).

“Iniciado na Europa, esse conceito de drenagem com um enfoque ambiental já se encontra espalhado pelo mundo” (Tucci e Genz, 1995 *apud* Garrido Neto *et al.*, 2019, p. 18.745). Segundo Tucci (2002) *apud* Forgiarini *et al.* (2007, p.4), o planejamento em uso do LID vem resolvendo problemas de drenagem urbana em países desenvolvidos, principalmente em decorrência de medidas não estruturantes, onde “obrigam a população a controlar na fonte os impactos devido a urbanização.”

Vale salientar que para atingir um maior controle das águas pluviais através do LID, seu volume e a vazão de pico mediante a aplicação de dispositivos de infiltração e reuso, recomenda-se o uso dos Manuais australianos (*Department of the Environment and Heritage*, 2002) nesses dispositivos usados em série (TAVANTI; BARBASSA, 2012).

A abordagem LID, se comparada com a urbanização convencional, a qual os conceitos urbanísticos, hidrológicos e ambientais são inarticulados e desconsiderados durante o planejamento, cujos profissionais atuam e os estudos são feitos em tempos distintos, no LID ambos não são aplicados concomitantemente ao planejamento, o que facilita sua elaboração (TAVANTI; BARBASSA, 2012).

Ao redor do mundo podemos nos deparar com alguns exemplos de técnicas compensatórias dentro da abordagem LID, como: trincheiras de infiltração e retenção, valas de retenção e infiltração, pavimentos permeáveis e telhados armazenadores. Talvez a mais

expressiva obra de recuperação do leito natural de um rio encontra-se em Seul, na Coreia do Sul (Figura 5).

Figura 5 – “Renaturalização” do rio Cheonggyecheon em Seul – Coreia do Sul¹²



Fonte: Archdaily, 2019.

Segundo Silveira (2018), a medida do LID teve a sua ideia materializada por leis canadenses, neozelandesas e norte-americana. Fletcher *et al.* (2015) esclarece que essa conceituação de ‘imagem verde e limpa’ levou à uma discussão na Nova Zelândia em foco na saúde do ecossistema, através de um conjunto de diálogos históricos entre colonos e indígenas Maori¹³, promovendo o engajamento em diversas perspectivas e assim criando-se o denominado *Low Impact Urban Design and Development* (LIUDD) (Projeto e Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto) no país da Oceania.

b) Water Sensitive Urban Design (WSUD)

Com objetivos de gerenciar o balanço hídrico, oportunizar e manter o meio ambiente e o lazer relacionados à água, melhoria e conservação da qualidade deste bem natural, durante a década de 1990 surgiu na Austrália e está cada vez mais usado internacionalmente, uma

¹² Revitalização do Arroio Cheong Gye Cheon: <http://www.ufrgs.br/arroiodiluvio/a-bacia-hidrografica/imagens-de-seul>. Acesso em 28 jan 2021.

¹³ Povo nativo da Nova Zelândia.

abordagem de planejamento urbano de nome *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) (numa tradução livre, Desenhos Urbanos “Sensíveis” a Água).

Com uma ideia básica de minimizar os impactos hidrológicos da urbanização no contexto da escala de bacia hidrográfica, esse instrumento setorial tem como foco o controle de cheias, manejo fluvial e pluvial, bem como a qualidade da água, desenvolvendo assim um relatório para o governo da Austrália Ocidental (SILVEIRA, 2018); (FLETCHER *et al.*, 2015).

Segundo Lloyd *et al.* (2002, p. 2) *apud* (Fletcher *et al.* (2015, p.4) descrevem o WSUD como uma “abordagem filosófica do planejamento e projeto urbano que visa minimizar os impactos hidrológicos do desenvolvimento urbano no meio ambiente circundante”.

Além disso, o WSUD representa uma mudança significativa na forma de como a água, os recursos ambientais e a infraestrutura hídrica se relacionam e são considerados no planejamento e projeto de cidades em todas as escalas e densidades.

2.3.5 Gestão integrada das águas urbanas

A gestão urbana integrada de águas urbanas (*Integrated Urban Water Management*) (IUWM) foi um termo comumente usado na década de 1990, amplamente discutido em uma série de documentos de posicionamento que propunham novas abordagens para a gestão da água urbana (FLETCHER *et al.*, 2015). Fletcher *et al.* (2015, p.4-5) cita que os princípios nos quais o IUWM é baseado variam até certo ponto entre os autores, mas geralmente seguem aqueles descritos por Mitchell (2006, p. 590):

1. Considere todas as partes do ciclo da água, natural e construída, superficial e subterrânea, reconhecendo como um sistema integrado;
2. considerar todos os requisitos de água, tanto antropogênicos e ecológico;
3. considerar o contexto local, levando em consideração as perspectivas ambientais, sociais, culturais e econômicas, e
4. lutar pela sustentabilidade, visando equilibrar as necessidades ambientais, sociais e econômicas em curto, médio e longo prazo.

As medidas da gestão integrada em águas urbanas são as que mais se distanciam das técnicas específicas estruturais e não estruturais, entretanto se evidenciam em forma de conceitos, princípios e por definição é consideravelmente o mais amplo daqueles termos que se relacionam pura ou principalmente com a gestão da drenagem, combinando a gestão do abastecimento, das águas subterrâneas, residuais e pluviais (FLETCHER *et al.*, 2015).

No uso atual, o termo está provavelmente mais intimamente ligado aos termos WSUD, *Water Sensitive Cities* e LID, todos os quais se estendem muito além da gestão da drenagem urbana.

a) Water Sensitive Cities

O conceito de *Water Sensitive Cities*, ou *Water-Wise Cities* é descrito por 17 princípios em 4 níveis de ação em sua agenda: Água digital; serviços de água e saneamento das cidades e bacias do futuro. Já os seus princípios se apresentam e estão subjacentes a um planejamento e dimensionamento resilientes das cidades, como os serviços de água regenerativos, desenhos urbanos *sensível* à água, cidades ligadas às suas bacias hidrográficas e comunidades conscientes na gestão da água.

Essa é uma abordagem com soluções baseadas na natureza, onde entende-se como responsabilidade pública o planejamento e a implementação de sistemas de esgotamento sanitário seguros, equitativos e sustentáveis para todos independentemente de onde as pessoas residam, cujas tecnologias são usadas para atendê-las. Essa conceituação está diretamente relacionada com o atendimento ao ODS6 da ONU.

Suas soluções usam ou simulam processos naturais para aumentar a disponibilidade de água, melhorar a qualidade da água e reduzir os riscos associados a desastres naturais, e têm assumido maior relevância também face às mudanças climáticas.

2.3.6 Infraestrutura verde

Com a crescente popularização do termo infraestrutura verde, cuja leitura mais básica se apresenta com a inserção de elementos estruturais às paisagens com um vocabulário verde focado na vegetação, essa infraestrutura não trata apenas de vegetação, como também da produção de energia, aprimoramento da qualidade da água, e na busca de encontrar um modo seguro de conviver com os detritos e reivindicação de locais pós-industriais (PELLEGRINO; MOURA, 2017).

Surgido no relatório da Comissão de *Greenways* da Flórida no ano de 1994 e influenciado pela Biologia da Conservação e Ecologia da Paisagem, esse termo abarcou a importância dos sistemas naturais tão ou mais do que a infraestrutura cinza. Projetar com infraestrutura verde requer pensar na possibilidade de trabalhar em escalas distintas, indo da macroescala produzindo uma paisagem regional para os de escala intermediária, como por

exemplo, parques lineares, ou os de pequenas escalas guiados por intervenções em lotes (PELLEGRINO; MOURA, 2017).

Trabalhar a infraestrutura verde na paisagem também significa participar de um contexto urbano focando nos limites e conexões das estruturas construídas com os remanescentes naturais, promovendo uma série de serviços fundamentais para o bom funcionamento da cidade, entre eles: conforto ambiental, drenagem, mobilidade, lazer, acesso, limpeza da água e do ar, biodiversidade, dentre outras.

Segundo Pellegrino e Moura (2017), Ahern (2017) produziu um modelo de planejamento paisagístico conhecido como ABC para os conceitos de infraestrutura verde urbana (Quadro 7), dividindo-a em funções dos componentes coordenadores dos objetivos de produção de uma paisagem multifuncional.

Quadro 7 – Funções abióticas, bióticas e culturais da infraestrutura verde urbana

Abiótica	Biótica	Cultural
Interação entre superfície e água subterrânea	Habitat para espécies generalistas	Experiências com ecossistemas naturais
Produção de solo	Habitat para especialistas	Atividade física
Manutenção do regime hidrológico	Movimento das espécies	Experimentação da história cultural
Ajuste de distúrbio natural	Conservação de distúrbio e de sucessão ecológica	Senso de isolamento e inspiração
Ciclagem de nutrientes	Produção de biomassa	Oportunidades de interações sociais saudáveis
Sequestro de carbono e de gases do efeito estufa	Suprimento de reserva genética	Estímulo à expressão artística
Modificação e amenização de extremos climáticos	Suporte de interações flora-fauna	Educação ambiental

Fonte: Adaptado de Ahern, 2007

Mais do que um fenômeno de elementos físicos naturais ou artificiais, construídos ou alterados através das mãos humanas ou decorrente de sua própria natureza, a paisagem e suas nuances são responsáveis por estados e alterações de um ser ou o conjunto dele. Ou seja, a existência de seus aspectos e características de sua composição, se introduzem em vários campos científicos em virtude da sua complexidade. Lynch (1997/1960) *apud* Leão (2011) explica que a percepção que temos da cidade não é abrangente, mas parcial, fragmentada e misturada com considerações de outra natureza, quase todos os sentidos estão em operação, e a imagem é uma combinação de todos eles.

a) Cidades Esponjas (CEs)

Após graves inundações na cidade de Pequim, capital da China no ano de 2012, o governo local buscou trazer para as discussões políticas de gestão da água urbana, prioridades no tocante à drenagem da cidade, criando áreas que pudessem absorver grandes quantidades de água e lentamente devolvê-las ao meio ambiente. Assim nasceu o conceito criado pelo arquiteto paisagista Kongjian Yu chamado de Cidades Esponjas (CEs), cujo conceito de planejamento está em sistemas que busquem recolher, armazenar e tratar as águas pluviais em excesso (FOGEIRO, 2019).

b) Trama Verde e Azul (TVA)

Ainda pouco explorada no Brasil e carente de uma literatura específica, a Trama Verde e Azul (TVA) une em si as redes azuis (correspondente aos recursos aquíferos) e a rede verde (ecossistemas desenvolvendo a fauna e a flora nativas), tratando-se de uma abordagem sistêmica, abrangente e transdisciplinar, funcionando como uma alternativa nas tomadas de decisões aos tradicionais planejamentos sobre as infraestruturas cinzas (DREYER, 2018).

Segundo Silveira (2018, p.82), a TVA vem se desenvolvendo, contando com comitês e uma legislação específica, além de que difere-se das outras medidas de drenagem urbana, pois ela “é a única com a filosofia de rede e, por isso, capaz de um efeito sinérgico positivo além do efeito individual de cada medida.”

Sendo assim, Dreyer (2018, p.87) explica que esse conceito teve sua origem na Europa na década de 1990, decorrente da elaboração de textos para uma Estratégia Pan-europeia de Proteção à Diversidade Biológica e Paisagística. Nele se discutia as adoções de uma postura na preservação dos recursos naturais comuns daquele continente, e que na França já se encontrava “diversos planos e projetos direcionados às cidades e suas regiões metropolitanas com intuito de promover a integração entre os sistemas verdes, azuis e as redes de infraestrutura existentes.”

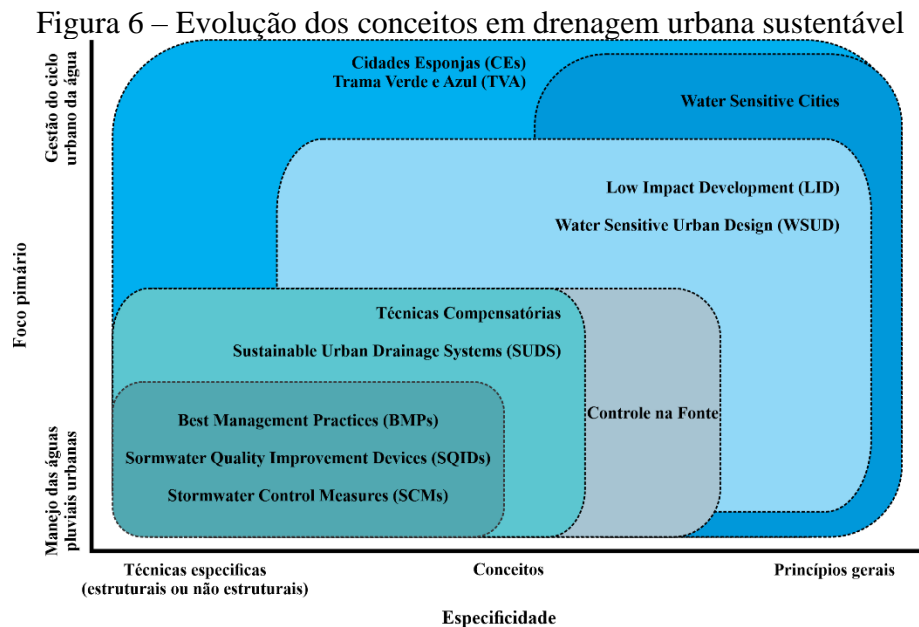
A TVA, apesar de compartilhar conceitos de drenagem urbana como visto nas medidas de BMPs, SUDs, LID, WSUDs, ela busca uma definição de sustentabilidade mais correta como discrimina o relatório de Brundtland (Nosso Futuro Comum) sendo um conceito “que reúne abordagens integradas mais naturais para soluções de problemas urbanos e climáticos (SILVEIRA, 2018, p.75).

Dessa forma a TVA pode ser aplicada em diferentes escalas: a conceitual (biodiversidade e integração entre corredores ecológicos); a de planejamento (cidades e regiões

metropolitanas) e a local (planos de infraestruturas urbanas alternativas) integrando-se com o sistema da infraestrutura cinza para as suas intervenções e mitigações. A TVA inclusive tem uma aplicabilidade no Brasil, mais especificadamente no Plano de Macrozoneamento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (MZ RMBH) (DREYER, 2018).

Nessa temática, a paisagem e o seu conjunto são formados através das redes urbanas, a qual permite o transporte de matéria e suporte corpóreo cotidiano em busca de atender ao dinamismo exigido pelo crescimento econômico; e a resiliência urbana, está que trata das funções desejadas de um sistema urbano capaz de retornar ou adaptar-se as mudanças decorrentes de um distúrbio, formando um grande grupo nessa fundamentação metodológica para a construção da TVA (DREYER, 2018).

Logo, é possível ver que essas terminologias apresentadas através de suas origens e sua evolução, mostram que o significado, assim como o sentido delas, alteram-se frequentemente em função da interpretação e das adaptações por vários grupos de interesse. Suas especificidades podem ser tanto do aspecto de técnicas vs princípios amplos à faixa de aplicação, ao manejo das águas pluviais urbanas vs a gestão total do ciclo hidrológico urbano (Figura 6).

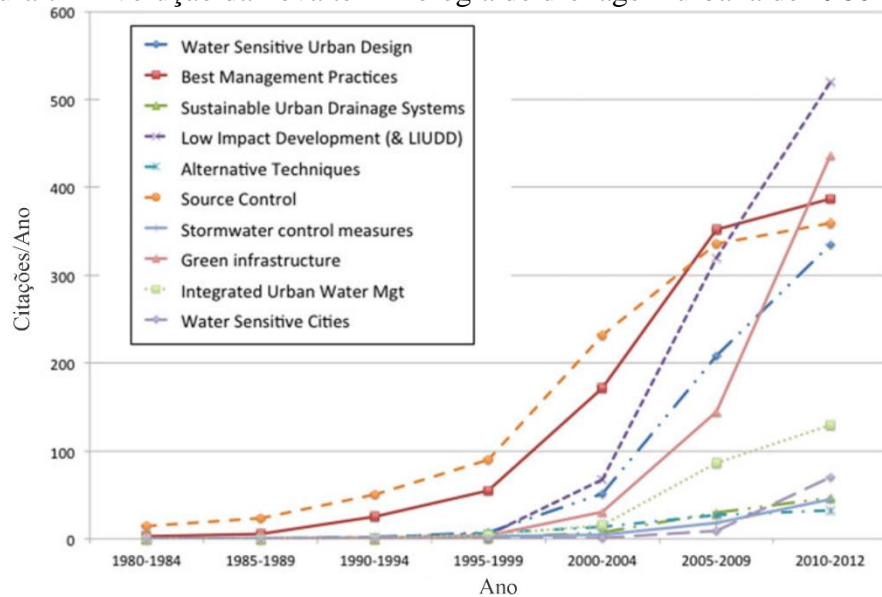


Fonte: Fletcher *et al.*, 2015, modificado pelo autor (Cidades Esponjas e Trama Verde e Azul)

Observou-se a evolução das terminologias sustentáveis de manejo e drenagem urbana, algo contemporâneo e em franca evolução (Figura 7), onde classifica-los artificialmente talvez

seja complexo por ser algo bastante mutável, mas é possível ter uma ideia dessa evolução em acordo com sua especificidade e o seu foco para melhor discerni-lo.

Figura 7 – Evolução da nova terminologia de drenagem urbana de 1980 a 2012



Fonte: Fletcher *et al.* 2014, modificado pelo autor

Fletcher *et al.* (2015, p.12) cita um incomodo comum de sobreposição conceitual, ilustrando semelhança em técnicas (por exemplo, as medidas de controle de águas pluviais nos E.U.A ou ATs no Brasil) até aqueles que descrevem princípios mais abrangentes (por exemplo, *water sensitive cities* da Austrália, e o LID dos E.U.A e Nova Zelândia).

Mesmo na descrição de técnicas específicas, é importante ser explícito sobre a filosofia subjacente, pois, caso contrário, essas tecnologias correm o risco de ser aplicadas por si mesmas, sem terem definido claramente os objetivos ambientais, sociais e econômicos que visam cumprir (Tradução nossa).

O número desses termos tende a crescer com o passar dos tempos devido a diversidade cultural e histórica dos países. Essas medidas consistem em ideias que quando estabelecidas e implementadas em espaços físicos evitando desastres e ressignificando a urbanidade, devem receber uma maior profusão de alcance social.

Vale ressaltar que foram feitas várias tentativas de acesso a manuais e outros instrumentos legais que descrevessem com mais profusão as medidas aqui citadas, entretanto, tantos *websites* como pequenas cartilhas disponíveis, apenas resultam em registros gráficos da aplicação das técnicas utilizadas, além de outros terem um caráter mais generalista também com foco nas técnicas.

Em decorrência da situação de sítio (relevo), das necessidades específicas de manejo e gestão do ciclo das águas urbanas, de possibilidades de implementação para a gestão pública e comunitária local, escolheu-se o uso dos princípios do LID e do *Water Sensitive Cities* a serem desenvolvidas, ou seja, além de serem as medidas mais contemporâneas, ambas se enquadram dentro da escala do objeto de estudo.

2.4 O saneamento no Brasil

A estratégia higienista que se apresenta como um sistema de drenagem empregada em boa parte das municipalidades brasileiras (TUCCI; ORSINI, 2005), vinda do final do século XIX e parte do século XX onde a água urbana se resumia no abastecimento, entregar a água à população e retirar o esgoto para longe e dispor na natureza sem tratamento, hoje é questionada. Essa estratégia é caracterizada pelas obras tradicionais as quais não se apresentam ecologicamente eficientes.

Galerias, bocas de lobo, sarjetas, sarjetões, poços de visita e tantos outros equipamentos que compõe a rede do sistema higienista, não se apresentam como adequados para a sua “autolimpeza” decorrente da presença das águas pluviais, isso porque

em primeiro lugar, não se deve contar com escoamentos ocasionais e não controlados de águas pluviais para desassorear os condutos que devem ser limpos por descargas controladas e sistemáticas; em segundo, não é conveniente misturar águas provenientes dos telhados, as menos poluídas das águas pluviais, com os esgotos sanitários e, finalmente, as águas pluviais no Brasil carregam volumes consideráveis de sedimentos e não são suficientes mesmo para transportá-los por toda a extensão das redes, evitando seu assoreamento” (BRITO, 1903 *apud* NASCIMENTO; BERTRAND-KRAJEWSKI; BRITTO, 2013).

No Brasil, através da sua forma de gestão partilhada – poder Municipal (uso do solo, drenagem e resíduos sólidos) e estadual (Água e Saneamento) entre os serviços destinados à população, trazem uma dificuldade de fiscalização dessas empresas (públicas ou privadas) quanto aos preços e qualidade de serviços oferecidos, em virtude da dificuldade de integração entre ambos atores interessados (TUCCI, 2008).

Nascimento; Bertrand-Krajewski; Britto (2013, p. 108) descrevem que o progresso de urbanização e tomada de decisões políticas e administrativas no assunto de saneamento básico, “tratava-se de transformar em país moderno e urbano um Brasil que, no início do século XX ainda era um país essencialmente agrícola”. Garrido Neto *et al.* (2019, p.4) relembram que:

O início do século XIX foi marcado por uma significativa evolução no setor, uma verdadeira revolução tecnológica, com a introdução dos sistemas de abastecimento e de distribuição de água domiciliar, construídos com tubulações de ferro fundido funcionando sob pressão. Começa também, nessa época, e paralelamente, a ser gradualmente generalizada à prática da instalação de ramais domiciliares e coletores prediais, com materiais de utilização milenar, como o barro.

Tucci (2008) lembra que essa ocupação urbana tradicional se distancia do ecossistema, pois ela não procura compreender como solo, água e plantas estão integradas à natureza, natureza essa que busca mitigar esses impactos causados por superfícies impermeáveis de telhados, passeios, ruas e o despejo de efluentes.

Ruas, bueiros, condutos e canais que aceleram o escoamento e por tabela aumentam as vazões máximas, transportando poluentes gerados por emissões de veículos automotores, indústrias, residenciais, hospitalares, dentre outros, são elementos de um conjunto do sistema higienista que causam impacto à drenagem natural.

Quesitos estéticos, eficiência do traçado urbano, circulação da frota de veículos, água, ar e conforto urbano, são quesitos que descrevem os modelos de intervenções dos espaços urbanos os quais foram adotados no Brasil, cujas técnicas de urbanização e gestão urbana têm por base conhecimento especializado em engenheiros sanitaristas e médicos interessados na saúde pública e por conseguinte na salubridade das cidades (NASCIMENTO; BERTRAND-KRAJEWSKI; BRITTO, 2013).

Paralelamente a drenagem profunda e superficial dos terrenos, canalização de cursos d'água, promoções de novas construções segundo as regras sanitárias, regulamentação e melhorias ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, limpeza de lotes vagos, arborização de praças e outros espaços públicos, bem como pavimentação de ruas e limpeza pública, completam esse bloco de benfeitorias e intervenções sanitárias brasileiras (NASCIMENTO; BERTRAND-KRAJEWSKI; BRITTO, 2013).

A gestão de planejamento urbano e as intervenções públicas de saneamento, por exemplo, na cidade de São Paulo, sofreram com a frente da iniciativa privada para a exploração dos serviços de água e esgoto, onde a importação de materiais sanitários eram um negócio altamente lucrativo, “uma vez que algumas peças ainda não eram produzidas no Brasil”, transmitindo a ideia de lucratividade no campo do saneamento, semelhante ao campo da energia elétrica naquele Estado (BERNARDINI, 2010).

A lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 a qual trata sobre o Saneamento Básico no Brasil, traz em si um arcabouço de questões partindo das obrigações e deveres do cidadão comum, as responsabilidades exclusivas das entidades que oferecem os serviços de saneamento, seja ela

única ou dividida com outra quando estas oferecem serviços à uma região metropolitana, por exemplo.

É esta lei, mais precisamente no seu artigo 2º, onde são definidos os serviços públicos de saneamento básico prestados à sociedade em conjunto de infraestruturas e instalações operacionais. São eles: o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e por fim a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007). Nesse mesmo artigo, também há incentivos para a prática científica na busca de um melhor condicionamento no uso das águas, ponto preponderante ao fomento acadêmico em prol do campo socioeconômico.

Complementa-se a ela a Lei nº 14.026, de 14 de julho de 2020, com a proposição de universalização do saneamento básico em nome de marco legal do saneamento básico, atribuindo à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento e outras proposições gerais (BRASIL, 2000).

Desse modo, caberá à ANA estabelecer algumas normas de referências sanitárias, destacando-se ao espelho deste trabalho: o reúso dos efluentes sanitários tratados, as normas e metas de substituição do sistema unitário pelo sistema separador absoluto; o incentivo a regionalização da prestação de serviços; a contribuição de viabilidade técnica, econômico-financeira e universalização dos serviços (BRASIL, 2000).

Naturalmente nas cidades, as superfícies urbanizadas aumentam o índice de impermeabilização do solo e conseqüentemente prejudicam a eficiência dos sistemas de drenagem anteriormente implantados, especialmente nos grandes centros. No Brasil apesar de possuir legislações sobre o assunto, entre eles o Estatuto da Cidade o qual explana que as cidades devem ter seu caráter sustentável, exigindo um plano diretor e complementares, na prática os resultados são diferentes, pois muitos municípios além de não terem um plano diretor de drenagem específico, há outros que infelizmente há o atraso na atualização destas leis, como é o caso de Aracaju defasado há duas décadas.

O que se sabemos é que o planejamento, a elaboração de projetos, bem como a execução de obras em macro e microdrenagem das áreas urbanas e adjacentes, continuam a desejar. Especificamente quanto à macrodrenagem, são conhecidas as situações críticas ocasionadas por cheias urbanas, agravadas pelo crescimento desordenado das cidades.

CAPÍTULO III

“Somente quando a última árvore for derrubada, o último peixe for morto e o último rio for poluído é que o homem perceberá que não pode comer dinheiro.”

(Provérbio Indígena)

3 BONS EXEMPLOS DE MEDIDAS DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL

Apesar de observar a cidade e o seu fenômeno expansivo cada vez mais sufocador ao ecossistema natural, por vezes em prol de um *boom* habitacional induzido através do mercado imobiliário e da gestão pública, suprimindo áreas verdes e impermeabilizando o solo originário em favor dessa infraestrutura cinza, se faz urgente a implementação de medidas e técnicas mais amenas, principalmente no que consiste à drenagem urbana.

Ao longo deste trabalho foi discutido os aspectos metodológicos utilizado nas antigas civilizações hidráulicas, adentrando na implementação do sistema higienista difundido no Brasil por Saturnino de Brito, além da construção dos aspectos básicos fundamentais deste sistema fomentador do crescimento urbano. Ou seja, a prática da oferta em serviços e infraestruturas aos quais atraem a população para as cidades.

Se faz proeminente necessária a identificação de novas estratégias (seja a nível nacional ou internacional) sobre formas menos impactantes ou mais sustentáveis de manejo pluvial, buscando coibir – pois, amenizar é preceito básico das medidas corretivas – o desequilíbrio urbano-ambiental nas cidades.

Dentre todos os campos de infraestrutura urbana brasileira (abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e manejo de resíduos e drenagem urbana), este trabalho busca desenvolver-se no aspecto das boas práticas voltadas ao manejo, uma vez que o objeto de estudo apresenta fragilidades ambientais provenientes de um processo de urbanização tradicional, agressivo e com consequências ambientais diretas, como a presença de alagamentos.

Portanto, para dar seguimento à sua construção, esse capítulo se estabelece como circunstancial; pois conhecer os reflexos através dos agentes de expansão urbana e impactos ambientais e das fases do saneamento básico, são pontos iniciais para debruçar-se sobre as discussões contemporâneas de medidas e técnicas de manejo das águas urbanas sustentáveis.

De tal modo, a divisão desse capítulo se apresenta em duas partes: na primeira delas, (o item **3.1**) situa o leitor a respeito de algumas das técnicas mais utilizadas nas medidas de baixo impacto ambiental. Já a segunda parte, no item **3.2**, são apresentados alguns bons exemplos de aplicabilidade destas medidas em diversos cenários, para que no processo contínuo deste trabalho se encontre possíveis técnicas a serem analisadas em cenários projetuais ao objeto de estudo.

3.1 As técnicas de baixo impacto ambiental

As estratégias sustentáveis de redução de áreas impermeáveis em relação à urbanização convencional, trazem possibilidades de se instalar meios e modos de controle das águas pluviais, além de possibilitar que elas sejam integradas mediante uso das políticas de gestão. Essas técnicas fazem parte da materialização dos conceitos anteriormente apresentados, isto é, os tipos de técnicas podem aparecer de modo repetitivo, entretanto, isso é algo em decorrência da especificidade definida pela medida sustentável escolhida.

Para conhecer algumas dessas técnicas utilizadas e melhor descrever suas características, pesquisou-se na literatura por alguns autores que as abordam. Lembrando que, por serem discussões contemporâneas, essa mesma literatura carece de um material mais amplo, onde em à sua gama de produção a maior parcela é de material não nacional.

Porquanto, é mostrado logo mais abaixo (Quadro 6), algumas das técnicas aplicadas aos conceitos de baixo impacto ambiental mais citadas nas bibliografias estudadas, as quais seguem acordos constituídos em manuais ou legislações específicas para a sua aplicação.

Quadro 8 – Técnicas de baixo impacto ambiental

Tipologias	Características
Lagoa pluvial	Funcionam como uma espécie de bacia de retenção, onde parte da água pluvial captada permanece retida entre os eventos de precipitação. Podem receber projetos que criam áreas de recreação, recuperam a qualidade da água e valorização do seu entorno.
Biovaletas	Semelhantes aos jardins de chuva; geralmente se referem a depressões lineares preenchidas com vegetação, solo e demais elementos filtrantes de limpeza das águas pluviais. Aumenta o tempo de escoamento das águas, dirigindo estas para os jardins de chuva ou sistemas convencionais de retenção e detenção dessas águas.
Jardins de chuva	Integra-se as biovaletas. São normalmente aplicados ao nível da propriedade e perto de prédios para capturar e infiltrar a drenagem do telhado. Age como uma esponja ao sugar a água, e se usado com diferentes espécies arbustivas apresenta taxas de retenção de poluentes difusos acima de 90%.
Canteiros pluviais	Basicamente jardins de chuva compactados em pequenos espaços urbanos. Pode contar com um extravasador ou em exemplos sem infiltração, contando só com a evaporação, evapotranspiração e transbordamento.
Teto verde	Implicam em uma retenção total ou parcial do escoamento pluvial, além do atraso temporal do escoamento superficial na cobertura. Pode ser em extensivos (plantas de pequeno porte ou gramíneas) ou intensivos (permitem maior sobrecarga). Eles são particularmente econômicos em áreas urbanas densas, onde os valores dos terrenos e os custos de gestão de águas pluviais são provavelmente altos.
Calha desconectada	Essa prática simples redireciona os canos de drenagem do telhado da drenagem da água da chuva para os barris de chuva, cisternas ou áreas permeáveis. Ele pode ser usado para armazenar água da chuva e/ou permitir que a água da chuva se infiltre no solo.
Cisterna	Contribuir para a redução do escoamento superficial. A água do telhado é coletada podendo ser reutilizada e o seu excedente, dentro de um sistema

	sustentável, percorre uma série outras técnicas até atingir a jusante, finalmente despoluída.
Microrreservatórios	Microrreservatórios são diferentes das cisternas que, embora ambos tenham funções similares, entende-se que as cisternas são águas para reaproveitamento enquanto os microrreservatórios possuem a função de detenção. Tem por objetivo retardar o escoamento.
Coletores de águas pluviais	Os sistemas de coleta de água da chuva armazenam-na para uso posterior. Quando projetados de forma adequada, eles reduzem a velocidade e o escoamento e fornecem uma fonte de água. Essa prática é particularmente valiosa em regiões áridas, onde poderia reduzir a demanda por suprimentos cada vez mais limitados.
Grade verde	Consistem na combinação das diversas tipologias, em arranjos múltiplos, que acabam por conformar uma rede. Conseguem-se que as soluções técnicas mais efetivas e eficientes sejam aplicadas onde mais apropriadas, tirando-se partido das tipologias mais adequadas para os diversos pontos, aumentando o desempenho. Com uma grade verde o escoamento superficial, por exemplo, dos solos argilosos de uma topografia íngreme pode ser conduzido até outros lugares para infiltração ou armazenamento.
Pavimentos permeáveis	Fornecer suporte estrutural do pavimento convencional, mas permite que a água da chuva drene diretamente através da superfície para a base de pedra e dos solos subjacentes através dos espaços por entre os seus poros. Deve ser instalado em zonas de tráfego baixo a médio.
Cobertura de árvores urbanas	As árvores reduzem e desaceleram as águas pluviais ao interceptar a precipitação em suas folhas e galhos. Muitas cidades estabeleceram metas para restaurar alguns dos benefícios das copas das árvores que foram perdidos quando as áreas foram desenvolvidas. Proprietários de casas, empresas e grupos comunitários podem participar do plantio e manutenção de árvores em todo o ambiente urbano.
Caixas de plantio	São jardins pluviais urbanos com paredes verticais e fundos abertos ou fechados. Elas coletam e absorvem o escoamento de telhados, calçadas, estacionamentos e ruas e são ideais para escolas com espaço limitado em áreas urbanas densas.
Faixa gramada	Elas são inseridas com o intuito de desacelerar o escoamento superficial e para infiltração das águas advindas, por exemplo, de estacionamentos. Recomenda-se sua utilização, até pelo baixo custo, em toda e qualquer área sem revestimento, passível de erosão e carregamento de sólidos, auxiliando neste controle.
Trincheiras de infiltração	Possuem configuração similar ao poço de infiltração, porém de forma linear. São valas preenchidas com material filtrante e, em seu interior, material com granulometria adequada (brita), de forma a permitir o rápido escoamento em seu meio e com vazios suficientes para reservação, até que ocorra a infiltração no solo. Elas podem ser cobertas ou não, dependendo de sua configuração com o arranjo paisagístico. Este tipo de dispositivo não suporta altas vazões nem grandes aportes de sedimentos, mas cuidado redobrado deve ser tomado para que não sejam lançadas cargas poluidoras como esgoto, por exemplo. Seu uso é limitado em ambientes urbanos devido às cargas poluidoras não identificáveis, sendo bem aplicadas em áreas de estacionamentos. Recomenda-se que não sejam instaladas próximas a poços de captação de água para abastecimento.
Poço de infiltração	Também conhecidos por sumidouros, são aberturas em solo protegidas com manta geotêxtil para evitar o carregamento dos sólidos para seu interior, revestidas com pedra britada e coberta por pedras de menor diâmetro. Os poços de infiltração são dispositivos pontuais e dependem da capacidade de permeabilidade do solo e tipo de solo.

Fonte: Cornier e Pellegrino, 2008; Ribeiro, 2014; EPA¹⁴, 2017; Pellegrino e Moura, 2017; Fogueiro 2019; desenvolvido pelo autor, 2021.

¹⁴ United States Environmental Protection Agency

Atualmente, muitas dessas técnicas têm a sua aplicabilidade conhecida, usada como método corretivos para um cenário carente de uma infraestrutura verde ou azul. Porém é importante explicitar sobre a presença da filosofia dessa técnica, pois, caso contrário, a tecnologia por trás de seu uso ocorre o risco de ser aplicada por si mesma, sem ter definido claramente os objetivos ambientais, sociais e econômicos que visam cumprir; ou seja, uma medida estrutural da engenharia.

3.2 Exemplos práticos de medidas de baixo impacto ambiental

Muitas das técnicas citadas ganham um maior destaque ao serem incorporadas, apenas, como instrumentos de uma infraestrutura verde, porém, ambos os seus usos se fazem presentes desde quando, empiricamente, no precursor delas (o BMP), já se via o uso desde o ano de 1949, como inquietação sobre as então técnicas para manejo das águas pluviais em terras agrícolas (FLETCHER *et al.*, 2015).

As medidas conceituais e as técnicas de baixo impacto têm evoluído ao passar dos anos, cujos outros aspectos como as águas e toda uma biodiversidade, por exemplo, são discutidas numa tentativa de amenização entre a infraestrutura cinza, a verde e a azul, implantadas em vários locais do mundo como gestão pública nos mais diversos cenários.

Muitos são os aspectos ao redor do globo com os quais o poder público e a comunidade local se deparam com zelo às águas oriundas das chuvas em ambientes urbanos. Em certo, temos que nos países desenvolvidos essas discussões se encontram à frente, onde a aprovação nas esferas econômica e social dão diversos resultados satisfatórios. Já em locais onde o desenvolvimento – neste caso o sustentável – ainda é fenômeno que caminha vagarosamente, por vezes esbarrando-se em barreiras políticas, sociais e educativas, se tem uma sucessão de erros onde no final os resultados configuram-se como insuficientes.

Nesse cenário, é mostrado logo abaixo alguns exemplos de aplicação dessas técnicas, ambas utilizadas com base nas premissas das medidas desenvolvidas, corroborando com a sua escolha. Na figura 8 é possível ver a origem das medidas (já explanadas no capítulo anterior), além da representação de algumas das técnicas. Em seguida é mostrado um exemplo do uso das técnicas com premissas conceituais do BMP (do grupo de medidas estruturais e não estruturais) em um canal navegável de um club de golfe em Lexington (EUA) (figura 9).

Logo depois há um outro exemplo (figura 10), agora de aplicação do LID (do grupo medidas de design de baixo impacto) em um empreendimento habitacional na cidade de Massachusetts (EUA), em seguinte um outro com as premissas conceituais da TVA (do grupo

infraestrutura verde) (figura 11) em um lago na cidade de Manchester na Inglaterra, e por fim o uso da *Water Sensitive Cities* (do grupo gestão integrada das águas urbanas) em uma escola na cidade de Sidney, Austrália (Figura 12).

Ambas escolhas exemplificam a diferenciação das medidas de abordagens sustentáveis. Observa-se o uso das técnicas, que, mesmo sendo repetitivas quanto ao uso, há por trás uma reflexão elaborada, esta que dá luz conceitual e técnica para o ensaio projetual ao objeto de estudo.

Figura 8 – Origem das Medidas e representação de algumas Técnicas

MEDIDAS E TÉCNICAS: Estratégias de baixo impacto ambiental

LOCALIZAÇÃO DA CRIAÇÃO DAS MEDIDAS



Best Management Practices (BMP)
Stormwater Control Measures (SCMs)
Infraestrutura Verde

Alternative Techniques (Ats)
Trama Verde e Azul (TVA)

Stormwater Quality Improvement Devices (SQIDs)
Water Sensitive Urban Design (WSUD)

Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)

Cidades Esponjas (CEs)

PRINCIPAIS TÉCNICAS UTILIZADAS



Biovaletas



Lagoa pluvial



Jardim de chuva



Calha desconectada



Teto verde



Canteiro pluvial



Grade verde



Cisterna



Trincheira



Cobertura de árvores urbanas



Poço de infiltração

Fonte: Cornier e Pellegrino, 2008;
Ribeiro, 2014; EPA, 2017;
Pellegrino e Moura, 2017;
Fogueiro 2019. Elaboração do autor.

Figura 9 – Exemplo da aplicação do BMP em Lexington, EUA

EXEMPLO DE APLICAÇÃO: Best Management Practices (BMP)

DRENAGEM DO CANAL ARENOSO: MELHORIA NAS CONDIÇÕES DE NAVEGAÇÃO



Localização: Lexington, EUA

INTRODUÇÃO

A falta de declive de um dos canais navegáveis, onde os solos que drenam lentamente os níveis da lagoa que estão apenas 6 polegadas abaixo do nível campo de golf, criou problemas de drenagem significativos no quarto canal navegável do Idle Hour Country Club.

Uma média de evento de chuva criaria condições saturadas que exigiam o fechamento do canal navegável para o tráfego de carrinhos por um período prolongado. A má drenagem também significava que as condições de jogo de golf naquele campo, onde a prática esportiva era geralmente leve a saúde das relvas, causava pouco impacto negativo. Melhorar a drenagem no quarto fairway era uma prioridade para o Superintendente Clay Stewart.

DESCRIÇÃO DO PROJETO

Foram exploradas para melhorar a drenagem interna daquele canal, alterações na sua elevação e a criação da drenagem superficial. Em última análise, foi decidido que seria instalada algumas técnicas para aumentar a sua drenagem interna, usado com sucesso nos campos de golf.

O clima favorável durante o mês de fevereiro de 2017 proporcionou uma oportunidade para concluir o projeto sem interromper os jogos. Foram instaladas em todo o canal, tubos perfurado de 2 polegadas em centros de 10 pés, onde cada lateral foi conectada a uma linha tronco de 4 polegadas que flui para a lagoa adjacente.

As linhas laterais foram preenchidas com areia de drenagem livre, e o gramado que foi removido para instalar as linhas de drenagem foi recolocada em seu local original.

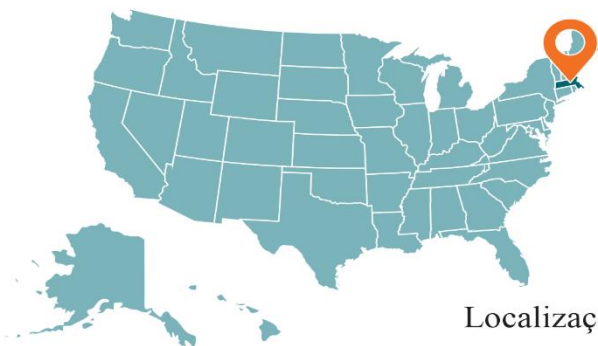


Elaboração: Wesley Rodrigues de Aquino
Fonte: United States Golf Association (2018).

Figura 10 – Exemplos da aplicação do LID em Massachusetts, EUA

EXEMPLO DE APLICAÇÃO: Low Impact Development (LID)

ESTUDO DE CASO DE CONCESSÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DIRECIONADAS AO RIO IPSWICH



Localização: Massachusetts, EUA

INTRODUÇÃO

Como parte de um projeto de demonstração para mostrar práticas que podem ajudar a melhorar as condições de baixo fluxo, e qualidade da água no rio Ipswich e seus afluentes, o Departamento de Conservação e Recreação de Massachusetts (DCR), com financiamento da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) sob um acordo de cooperação, implementou quatro projetos de estudo de caso LID.

Partridgeberry Place é um novo empreendimento residencial em Ipswich, que apresenta muitos princípios de LID importantes, proporcionando uma oportunidade de estudar o impacto dessas características de projeto no escoamento de águas pluviais.

DESCRIÇÃO DO PROJETO

Projeto construído um local com arbustos em um terreno de 38 hectares. Esse agrupamento refere-se à reserva de uma parte de um lote edificável - usando restrições de escritura ou outras medidas legais - para garantir que ele permaneça subdesenvolvido, em troca do aumento da densidade no padrão dos edifícios no restante dos lotes.

Isso geralmente economiza dinheiro ao reduzir o custo total de desmatamento, nivelamento do local e infraestrutura rodoviária, fornecendo vantagens estéticas e ambientais. Ao prever os padrões de escoamento que cada projeto de local produziria, o estudo caracterizou o quão eficazes os recursos LID e os projetos de agrupamento foram na redução do escoamento, se comparando com o desenvolvimento convencional.



Elaboração: Wesley Rodrigues de Aquino
Fonte: Massachusetts Gov. (20--).

Figura 11 – Exemplos da aplicação da TVA em Manchester, Inglaterra

EXEMPLO DE APLICAÇÃO: Trama Verde e Azul (TVA)

BACIA BRIDGEWATER ECOSSISTEMAS FLUTUANTES



Localização: Manchester, Inglaterra

INTRODUÇÃO

Os canais, rios e lagos modificados de antigos parques vitorianos na cidade de Manchester, podem não apresentar interesse comunitário e ser classificados como estéreis. Este projeto visa dar um novo sopro de vida à bacia sub-utilizada, usando um recurso artístico com abordagem científica para melhoria da estética

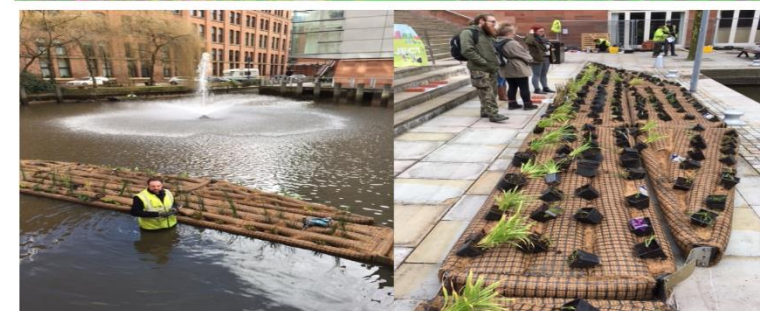
DESCRIÇÃO DO PROJETO

O projeto tem o potencial de impactar positivamente na experiência de milhares de pessoas que visitam, trabalham, residem ou passe pela área todos os dias, enquanto também incentiva os nativos animais selvagens. Criado em conjunto com cientistas aquáticos, uma série de ecossistemas flutuantes ativos foram projetados, construídos e montados para caber exatamente na estrutura da bacia, com

lacunas que permitem qualquer detrito flutuante ser facilmente removido. Eles são plantado na margem antes da jusante para em seguida flutuarem em uma posição segura.

A seleção das plantas foi fundamental. Muitas delas fornecem uma valiosa fonte de alimento para as abelhas e outros insetos que, por sua vez, alimentar pássaros e morcegos.

Debaixo d'água, há ainda mais coisas acontecendo. Usando uma "mídia dinâmica" inteligente, náilon e fios são fixados na parte inferior de cada ilha, criando uma massa oscilante de "raízes" artificiais perfeitas para os peixes se esconderem e se reproduzirem. Essas "raízes" também estimulam a colonização de bactérias que ajuda a melhorar a qualidade da água e reduzir a poluição.



Elaboração: Wesley Rodrigues de Aquino
Fonte: Manchester City Council (2017).

Figura 12 – Exemplos da aplicação da *Water Sensitive Cities* em Sidney, AU

EXEMPLO DE APLICAÇÃO: Water Sensitive Cities

JARDIM AQUÁTICO ECOLÓGICO DA ESCOLA PRIMÁRIA MARRICK VILLE WEST



Localização: Sidney, Austrália

INTRODUÇÃO

Este projeto envolveu o desvio de um corpo d'água de um dreno municipal para o terreno da Escola Primária Marrickville West, filtrando-a e, em seguida, colhendo-a.

DESCRIÇÃO DO PROJETO

A água é desviada de um dreno através de uma paisagem 'sensível' à água, colhida para uso e ocasionalmente descarregada a jusante durante eventos de alta precipitação.

A escola usa o espaço como uma área de lazer e também uma oportunidade de ensino, por exemplo, envolvendo as crianças no projeto da área, incorporando o conhecimento de gestão sustentável da água no currículo escolar e conduzindo passeios de limpeza de poluição bruta.

O projeto começou em 2010, quando o Conselho de Marrickville concluiu um processo de planejamento local para identificar soluções 'sensíveis' à água que poderiam ser adotadas ou localizadas em suas sub-bacias.

As organizações envolvidas decidiram chamá-lo de "jardim ecológico da água", que consideraram um termo mais amigável para crianças em idade escolar e a comunidade.

O jardim aquático ecológico foi finalmente construído em 2018. Ele combina vários elementos de design urbano 'sensíveis' à água - um sistema de bioretenção, tanques de água da chuva, bombas e filtros, plantas nativas, assentos e caminhos e um leito de riacho efêmero que flui quando as crianças bombeiam água. Em 2050, Marrickville será uma cidade 'sensível' à água, onde poderemos nadar e brincar nos canais (Marrickville Council, 2010).



Elaboração: Wesley Rodrigues de Aquino
Fonte: Marrickville West Primary School (2020).

CAPÍTULO IV

“A terra é insultada e oferece as flores como resposta.”

Rabindranath Tagore (Escritor, poeta e músico Indiano)

4 ESTUDO DE CASO

Para uma melhor reflexão sobre os aspectos analisados na revisão bibliográfica, optou-se por utilizar-se de um objeto de estudo que tivesse incorporado a seu processo de desenvolvimento, assim como por questões de demanda de condições mais sustentáveis de manejo das águas urbanas. Para tanto, escolheu-se o riacho da Xoxota, localizado no conjunto Eduardo Gomes, no município de São Cristóvão. Por uma análise satisfatória desse, optou-se por explorá-lo a partir de 3 escalas distintas.

O subcapítulo **4.1** deste tópico aborda analiticamente os aspectos da evolução urbana de São Cristóvão e da região que compõe o Grande Rosa Elze. Já em **4.2** se apresenta o conjunto Eduardo Gomes, objeto de estudo desta Monografia, para enfim no subcapítulo **4.3**, ser abordada uma discussão referente ao riacho da Xoxota, tratando sobre a hidrografia e outras condicionantes geoambientais da região estudada, tornando capaz a identificação dos aspectos ambientais em que se encontram.

4.1 São Cristóvão, cidade mãe

No final do século XVIII no Brasil, o Estado de Sergipe foi anexado à Bahia e a cidade de São Cristóvão passou a ser à sede de Ouvidoria, onde no dia 8 de julho de 1820 através de Decreto de Dom João VI, Sergipe foi emancipado do Estado vizinho sendo elevado à categoria de Província do Império do Brasil e São Cristóvão tornando-se capital de Sergipe. O município de São Cristóvão, localizado na porção leste do Estado de Sergipe, é a quarta cidade mais antiga do Brasil – após Salvador, Rio de Janeiro e João Pessoa –, fundada em 1590 por Cristóvão de Barros como centro inicial da colonização e organização da capitania de Sergipe¹⁵.

Segundo o último Censo realizado pelo IBGE no ano de 2010, o município da primeira capital sergipana consta com um total de 78.864 mil habitantes, 66.665 residem em áreas urbanas e 12.199 em áreas rurais. A leitura técnica realizada pela DEMACAMP (2018, p. 13) na produção da Redação do Projeto de Lei - PDDU para o município de São Cristóvão, aponta que o primeiro núcleo urbano passou por oito momentos, onde se explicita que:

¹⁵ Portal da Prefeitura de São Cristóvão, 2021

O embrião do núcleo urbano, implantado por portugueses (1º momento), cresceu durante a unificação das coroas portuguesa e espanhola, deixando como registro a Igreja Matriz (2º momento). No 3º momento, quando da invasão holandesa, a cidade passou por um período de abandono, seguido pela reconstrução (4º momento) e crescimento, a partir do final do século XVII, quando se tornou a capital da Capitania de Sergipe no longo 5º momento, que se estendeu por mais de um século. No 6º momento, já no século XIX, entre 1823 e 1835, São Cristóvão destaca-se como capital da Província de Sergipe, porém, a partir de 1855, com a mudança da capital para Aracaju, abre-se o 7º momento, que se caracteriza pelo esvaziamento e abandono da cidade. No 8º momento, a partir da chegada da indústria e da ferrovia no início do século XX, a cidade volta a crescer, consolidando sua divisão em dois setores: a cidade tradicional sobre o outeiro e a cidade baixa da indústria.

Com a mudança da capital para Aracaju, São Cristóvão passa a interliga-se com a nova capital sergipana devido à fatores comumente estabelecidos para o uso e necessidades de uma população: mercado de trabalho e comércio estabelecido, hospitais e postos de saúde, espaços de lazer e serviços dos mais diversos e melhores equipados, além de escolas tradicionais e com melhor reconhecimento de ensino do que as que se encontram no município.

Os atuais acessos rodoviários que interligam os dois municípios são a faixa da rodovia federal BR-101 na parte localizada ao noroeste, além de outros três acessos através das rodovias estaduais SE-050 (Rodovia dos Náufragos) ao extremo sul, SE-466 ao leste e a SE-065 (João Bebe Água) ao norte. Essas variedades de acessos redefinem as características espaciais de São Cristóvão, ou seja, há uma fragmentação decorrente de estímulos que creditam valoração às terras, especulando-as, e alterando o cenário das áreas majoritariamente ruralizadas.

Para Souza (2016, p. 124), em São Cristóvão “a beleza cênica proporcionada pela presença de resquícios de mata atlântica em áreas de declive pouco acentuados e o acesso facilitado pelo melhoramento da BR 101 torna esse eixo (...) apazível e alvo de especulação imobiliária.” Essa influência geográfica desempenha um importante papel na relação do homem com o meio, “planícies, colinas e montanhas contribuem para modelar uma sensibilidade e determinar uma mentalidade” (LE CORBUSIER, 1887, p. 30).

Na área localizada mais ao sul – esta que ainda resiste e apresenta características de espaços rurais mesmo com a exponenciação de crescimento urbano –, tem sido fomentada na função de valor do turismo através da presença de condomínios horizontais fechados e casas de veraneios, resultado de sua aproximação com o litoral.

O outro acesso que conecta a primeira capital sergipana com os bairros localizados na periferia de Aracaju, mais especificamente com o bairro Santa Maria – conhecido antes como Terra Dura, que abrigou migrantes do interior de Sergipe e moradores das primeiras favelas da

capital –, é a SE-466, cuja estrada de terra por São Cristóvão passa por alguns povoados como Gonçalo João e Candéal.

Nessa interlocução urbana difusa entre esses dois municípios, torna-se um fator quase que irremediável à ação do mercado da construção civil, demonstrando que o fenômeno geográfico de transformação – parte integrante da Região Metropolitana de Aracaju (RMA) –, entre São Cristóvão e Aracaju está articulado. Para Sposito e Goes (2013, p. 54), esse tipo de expansão ainda não implica em uma conformação espacial do tipo suburbano, onde:

a passagem de espaço rural para espaço urbano é marcada por um período de transição (interregno temporal) que, por sua vez, contém uma faixa de transição entre a cidade e o campo (continuum rural-urbano), mostrando a inexorável articulação entre tempo e espaço, em ritmos não necessariamente rápidos e em territórios que não são sempre contínuos.

A RMA é integrada pelos municípios de Nossa Senhora do Socorro, Barra dos Coqueiros, Aracaju e São Cristóvão, criada pela Lei Complementar Estadual nº 25/1995, com redação dada pela LC nº 86/2003 (Figura 13). Entretanto, segundo Costa (2011), embora tenha sido regulamentada pelo Decreto Estadual Nº 22.646/2003 e pela Lei Estadual nº 5.355/2004, ainda não foi ratificada pelas Câmaras de Vereadores (NASCIMENTO, 2014).

Dos municípios que compõe a RMA, São Cristóvão é fortemente caracterizado pelo seu alto índice de ruralidade, distribuído pelos seus mais diversos povoados, ou seja, tipologias residenciais tradicionais voltadas para o modo rural, inclusive presente em território de conflito geopolítico. Essa característica de metrópole mais acentuada, para Ferraz (1997), polariza-se no fato da influência que esta exerce para além de suas fronteiras políticas e físicas, constituída ainda pelo grupo de atividades que auferem lucros diretos relativos a essa expansão.


Além disso, os municípios da RMA também fazem parte do principal território econômico do Estado de Sergipe, a Grande Aracaju, que busca beneficiar social e economicamente a população de ambas localidades. Para Teixeira; Melo e França (2011 p. 32):

De modo geral neste território, do ponto de vista histórico, as influências culturais deixadas pelos colonos portugueses, miscigenadas às heranças dos povos africanos e indígenas, gerou heranças diversas adaptadas ao meio ambiente de riqueza hidrográfica que estavam inseridas e aos projetos coletivos que foram se realizando, moldando saberes e fazeres, criando expressões artísticas e celebrações ritualísticas. Certamente nestas manifestações culturais é possível definir traços de uma ou outra dessas heranças, mas não se pode pensar que tais culturas permanecessem isentas de influências diversas.

Figura 13 – Mapa da Região Metropolitana de Aracaju (RMA)

**Legenda**

 Região Metropolitana de Aracaju

 Município de São Cristóvão

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2016. Elaboração do autor, 2021.

Entretanto, é com a capital Aracaju que São Cristóvão geograficamente está diretamente ligada, por vezes com impasse judicial. Diante de uma extensa faixa territorial ao leste, está área apresenta conflitos espaciais administrativos e físico-ambiental de difícil delimitação, se encontra em estado de *sub-judice*, neste caso, território que aguarda desdobramentos de um procedimento jurídico de uma determinação territorial administrativa.

Balizados pela lei municipal nº 16/1984 – esta que cria a zona urbana do Grande Rosa Elze em São Cristóvão –, dando aos proprietários de imóveis rurais a possibilidade do desmembramento parcial ou total de suas terras para futuros loteamentos, também se atribuiu um conjunto de aspectos não estruturantes, ou seja, algo que alterou o tato coletivo (econômico e social), já que “no espaço geográfico nem todos os agentes sociais têm as mesmas temporalidades, embora elas se deem simultaneamente” (SPOSITO; GOES, 2013, p. 48). Em Souza (2009, p.88), vemos o retrato dessas mudanças com a criação desse novo núcleo urbano.

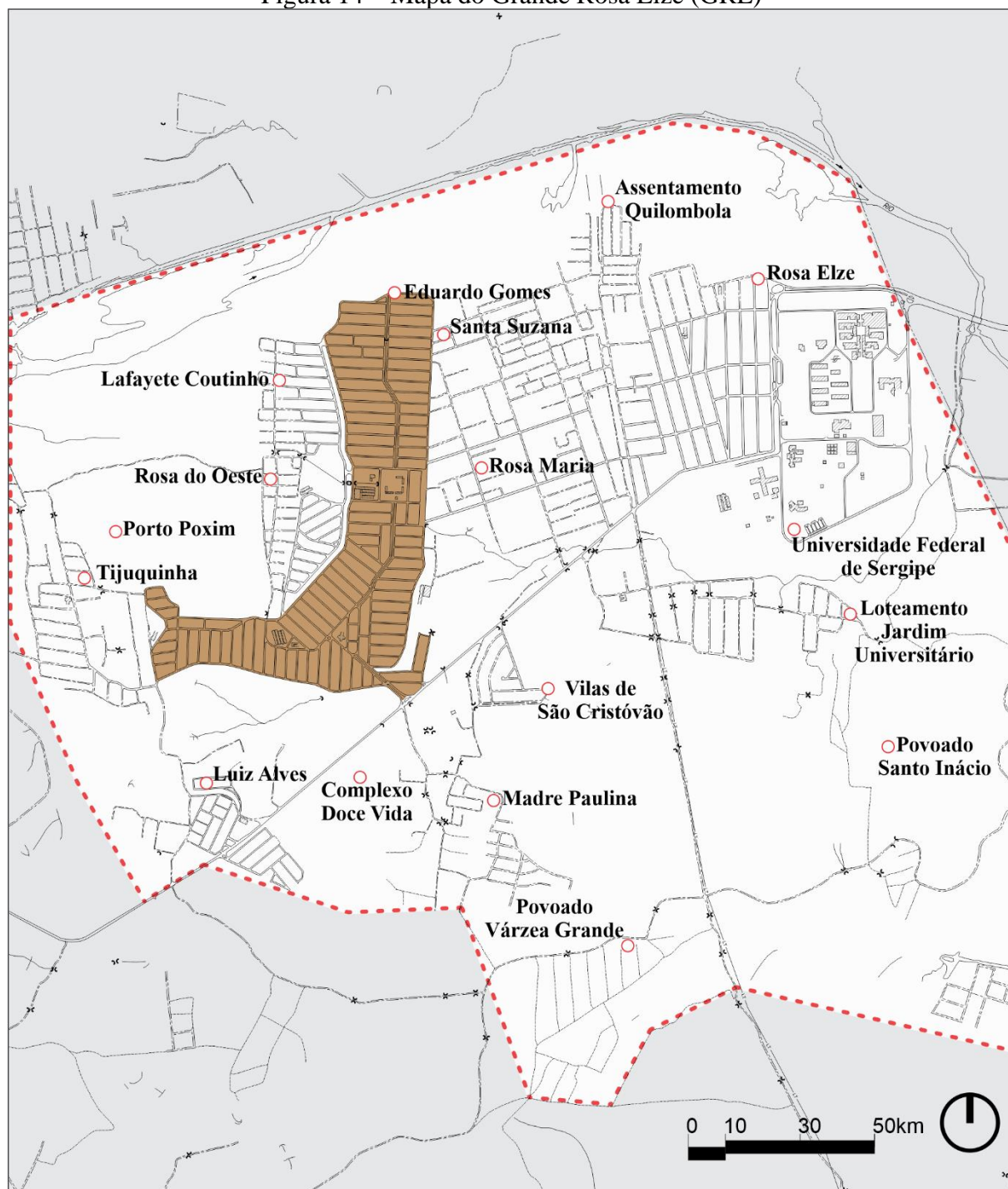
O primeiro loteamento com parcelamento do solo bem difundido e de ocupação mais intensa em São Cristóvão foi o Rosa Elze, onde a COHAB adquiriu uma grande gleba no loteamento e o imóvel rural “Sítio Cheiroso”, localizado entre a rodovia João Bebe Água (ao sul) e o Rio Poxim (ao norte), distante quatro quilômetros do campus universitário e 6km da malha de Aracaju.

As aglomerações que surgiram no entorno da Universidade Federal de Sergipe (UFS) deram origem ao Grande Rosa Elze (Figura 14), um conjunto de onze comunidades que, juntas, formam a região mais habitada do município de São Cristóvão. São elas: o Jardim Rosa Elze, Jardim Rosa Maria, Jardim Universitário, Loteamento Tijuquinha, Conjunto Lafayette Coutinho, Comunidade Madre Paulina, Conjunto Luís Alves, Conjunto Maria do Carmo III, Loteamento Rosa do Oeste, Conjunto Vilas de São Cristóvão e o Conjunto Brigadeiro Eduardo Gomes, (MENEZES, 2011) este último objeto de estudo dessa monografia.

Entretanto, pela dinâmica da localidade, outras comunidades foram surgindo e adensando ainda mais a região, além de outras comunidades identificadas (Comunidade Quilombola) na leitura técnica para a revisão do PDDU municipal. Além disso, há na localidade novas parcelas do solo destinadas à construção de complexos de empreendimentos verticalizados (Complexo Doce Vida) e loteamentos (Porto Poxim) ainda em fase de execução.

Apesar dessa mudança do solo territorial rural para o urbano, Silva (1995, p. 18) explana que num cenário assim, “muitos povoados e núcleos habitacionais existiam e ainda existem que, no entanto, não podem a rigor receber o título de urbanos, porque não passam de agricultores aldeados.”

Figura 14 – Mapa do Grande Rosa Elze (GRE)

**Legenda**

Perímetro Urbano - Grande Rosa Elze

Conjuntos, bairros e povoados

Fonte: Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007; DEMACAMP - Planejamento, Projeto e Consultoria, 2018. Elaboração do autor, 2021.

Na última década, o GRE ganhou um impulso imobiliário capitalizado pelo programa de habitação social Minha Casa Minha Vida (Figura 15), apresentando à essa região os empreendimentos fechados e de tipologia verticalizada, em sua maioria localizados em áreas geológicas de depósitos sedimentares de pântanos e mangues (DEMACAMP, 2018).

Figura 15 – Empreendimentos do PMCMV no GRE



Fonte: do autor, 2021.

No GRE, Aracaju e São Cristóvão estão separados por uma ponte sobre o Rio Poxim. O GRE é área em que se encontra a maior porção urbanizada do município e fonte de crescimento da malha urbana. Assim surge nesta região um *boom* de produção imobiliário, análoga ao do centro histórico e das outras áreas urbanas que surgiram em São Cristóvão, efeitos da chegada do *campus* da Universidade Federal de Sergipe (UFS) e consequente da construção do Conjunto Brigadeiro Eduardo Gomes.

4.2 O Conjunto Eduardo Gomes

Conhecer o Grande Rosa Elze (GRE) em São Cristóvão, é compreender o processo de transformação urbana para este município estigada pela chegada da Universidade Federal de Sergipe (UFS), das comunidades que foram se fixando em áreas próximas a ela, e das ações políticas através de um programa habitacional com a construção do Conjunto Brigadeiro Eduardo Gomes. Entregue no ano de 1984 (figura 16) e residindo nesta localidade desde o ano de 1987, a experiência *in loco* do autor é considerada uma causa significativa para uma análise empírica das mudanças do local, mediante o crescimento urbano na região.

Figura 16 – Entrada do conjunto Eduardo Gomes durante sua fase de construção



Fonte: Aracaju Saudade, 2015

Para Le Corbusier (1887), quanto as exigências de construção e disposição para a construção de bairros habitacionais, é preciso que se observe e busque também as mais belas paisagens, a circulação do ar mais saudável, além de considerar os ventos, a neblina, a melhor exposição dos declives, e utilizar, criar ou recuperar as superfícies verdes se por ventura elas vierem a ser destruídas durante a concepção do partido urbanístico.

No Eduardo Gomes foram entregues um total de 3.109 moradias (Tabela 1). Localizado distantes 4km do referido *campus* universitário, com um total de noventa e cinco ruas originalmente projetadas e divididas em sua maior parcela por um canal de captação de água pluvial, sua população residente foi ao longo dos anos surtindo os efeitos da expansão perimetral, sendo eles loteamentos irregulares ou assentamentos precários; entre eles e margeando o conjunto pelo seu lado leste está o Loteamento Rosa do Oeste, cujo carece de uma infraestrutura de saneamento básico.

Tabela 1 – Produção de Habitações em São Cristóvão pela COHAB (1968/2005)

Governador	Período	Obra	Programa	Obra iniciada em gov. anterior e entregues neste governo	Obras iniciadas e entregues neste governo	Obras iniciadas e em conclusão neste governo	Total
Augusto Franco e Djenal Queiroz	1979/1982	Brig. Eduardo Gomes	COHAB'S	0	0	3.109	3.109
João Alves Filho	1983/1986	Brig. Eduardo Gomes	COHAB'S	3.109	0	0	3.109
Antônio Carlos Valadares	1987/1990	Lafayette Coutinho	PROHAP	0	0	504	504
João Alves Filho	1991/1994	Lafayette Coutinho	PROHAP	504	0	0	504
Albano Franco	1995/2002	São Cristóvão	HABITAR BRASIL	0	100	0	100
			HABITAR BRASIL	0	100	0	100
			GOV. ESTADO	0	10	0	10

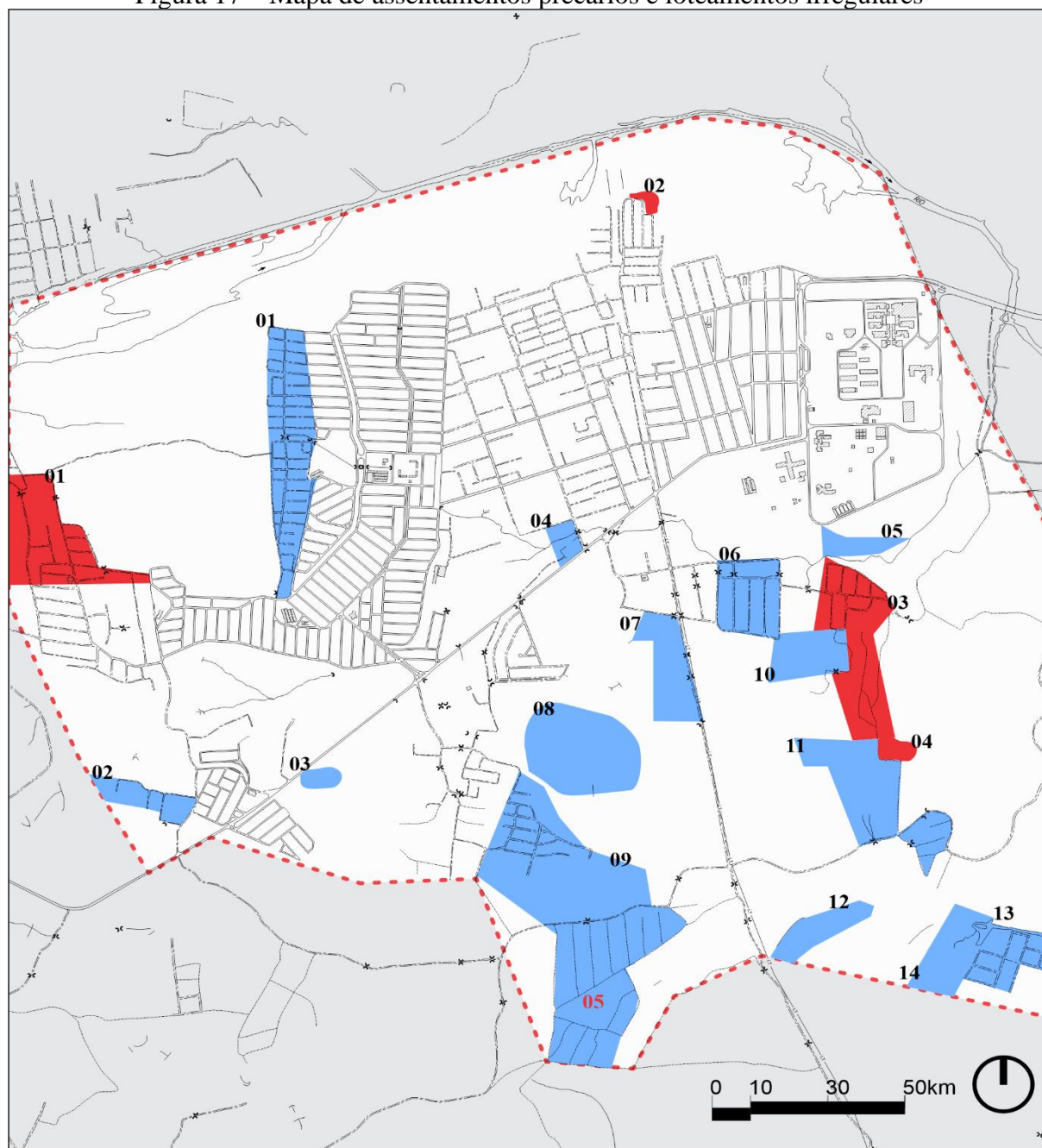
Fonte: DEHOP 2005, editado pelo autor, 2021.

Situação semelhante encontra-se o Tijuquinha, a comunidade da localidade Várzea Grande mais ao sul, Barreiro ao sudeste e uma pequena comunidade quilombola fixada um pouco mais ao nordeste, ou seja, alguns assentamentos precários e loteamentos irregulares que foram surgindo próximo ao Eduardo Gomes e adensando a região do GRE (Figura 17).

Dotado de uma infraestrutura, neste conjunto habitacional atualmente pode-se encontrar escolas públicas e privadas, comércio dos mais variados serviços como feiras-livres, banco estadual, mercado, sede de uma das principais provedoras de internet do Estado, posto de saúde, agência dos correios, bem como igrejas e linhas de transporte público, além de espaços para a realização de práticas esportivas.

Algumas mudanças desses serviços foram se modificando com o passar dos anos, entre eles está o antigo espaço cultural (Figura 18) que recebia pequenos eventos e era utilizado para ensaios de grupos juninos, bandas marciais, dentre outras atividades culturais. Todavia, este espaço foi ocupado anos seguintes por famílias carentes, porém mais recentemente estas pessoas foram realocadas e o espaço então derrubado.

Figura 17 – Mapa de assentamentos precários e loteamentos irregulares



Legenda

 Loteamentos irregulares	 07 - Mais Viver Club Residence	 Assentamentos precários
 01 - Rosa do Oeste	 08 - Novo Horizonte	 01 - Tijuquinha
 02 - Parque Santa Luzia	 09 - Várzea Grande	 02 - Quilombo
 03 - Desmembramento Ruy Patrício	 10 - Recanto do Campus	 03 - Barreiros
 04 - Santa Cecília	 11 - Santo Inácio	 04 - Santo Inácio
 05 - Vale Dourado	 12 - Jardim Cardeal	 05 - Varzea Grande
 06 - Recanto dos Pássaros	 13 - Morada das Mangueiras	
	 14 - Morada das Oliveiras	

Fonte: Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007; DEMACAMP - Planejamento, Projeto e Consultoria, 2018. Elaboração do autor, 2021.

Figura 18 – Antigo barracão de festas ocupado por famílias



Fonte: Google *Street View*, 2011, modificado pelo autor, 2021.

Há também no conjunto uma praça onde se encontra um ginásio poliesportivo em estado de abandono, este que antes de sua construção constava apenas com terra batida, modelada e que servia para a prática de bicicross, uma espécie de corrida em pista de terra (figura 19).

Figura 19 – Ginásio poliesportivo do Eduardo Gomes abandonado



Fonte: do autor, 2021.

O Conjunto Eduardo Gomes foi entregue pela COHAB-SE durante o período do BNH, e a sua concepção contribuiu para uma elevação da quantidade da população urbana, algo entorno de 294% dos anos de 1980 a 1990 em São Cristóvão. Na década seguinte, o crescimento foi mais moderado (Tabela 2), mesmo considerando a construção dos conjuntos Lafayette Coutinho e Luiz Alves, cada um com 504 unidades (NASCIMENTO, 2014).

Tabela 2 – População urbana, rural e total (1970, 1980, 1991, 2000, 2010) em São Cristóvão

ANO	URBANA		RURAL		TOTAL
	TOTAL	%	TOTAL	%	
1970	10.152	49,74	10.257	50,25	20.409
1980	11.703	48,49	12.431	51,51	24.134
1991	46.233	97,21	1.325	2,79	47.558
2000	63.116	97,63	1.531	2,37	64.647
2010	66.665	85	12.199	15	78.864

Fonte: CENSO IBGE 2010, editado pelo autor, 2021.

De tal modo que, pode-se considerar que a construção do conjunto Eduardo Gomes foi o segundo grande indutor para esse crescimento exponencial da população residente em São Cristóvão, instrumento atrativo para a região, inclusive para a produção de novas unidades residenciais de moradia popular logo depois da chegada do *campus* da UFS.

Assim chegaram também, de maneira massiva, os empreendimentos fechados e verticalizados na região. Não por apresentar um novo padrão tipológico, pois próximo ao *campus* universitário se tem um condomínio residencial (Figura 22) já no limite com o Rio Poxim antes destes chegarem, mas por estarem atrelados ao processo de produção mercadológica da moradia sem o âmbito sucesso de sua finalidade no combate ao déficit habitacional.

Tais mudanças nas adjacências do conjunto habitacional se refletiam em novos aspectos. Pequenos *sítios* eram preparados para a construção de novos empreendimentos, além da alteração de outras paisagens naturais que viram sua vegetação retirada e a topografia ser planificada, objetivando atender ao mercado imobiliário aquecido pelo programa habitacional do Governo Federal.

Em São Cristóvão foram entregues em 10 anos de Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) 31 empreendimentos, todos localizados no GRE (AQUINO, 2018). A experiência do mercado imobiliário em terras são cristovenses repetia à prática da década de 80: lá, interpreta-se o uso do equipamento educacional como polo atrativo para a implantação do residencial entregue pela COHAB, hoje, este mesmo com o conjunto de equipamentos que o compõe e por tabela a sua aproximação com Aracaju, servem de atrativo para essa política habitacional na região.

Figura 20 – Condomínio Residencial Universidade Center



Fonte: Google *Street View*, 2019, modificado pelo autor, 2021.

Em Le Corbusier (1887, p. 35), foram erguidas inquietações quanto a esse comportamento do homem sobre a terra e em moradia de seus empreendimentos, cujas ações denotam perturbações, vide que

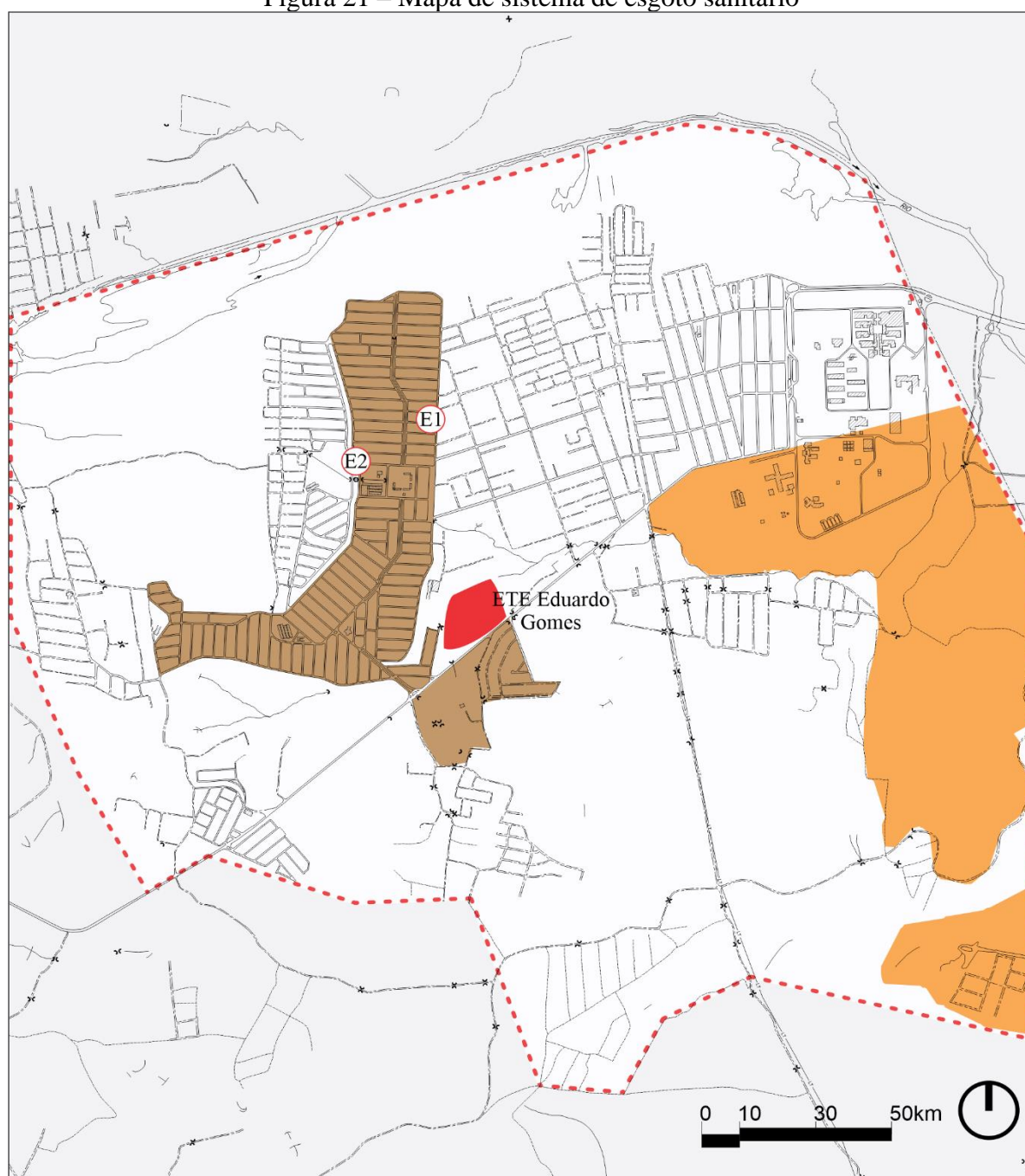
As moradias abrigam mal as famílias, corrompem sua vida íntima, e o desconhecimento das necessidades vitais, tanto físicas quanto morais, traz seus frutos envenenados: doença, decadência, revolta. O mal é universal, expresso nas cidades por um congestionamento que as encurrala na desordem e, no campo, pelo abandono de numerosas terras.

No Eduardo Gomes, uma prática existente e que não corrobora com situação local é o descaso comunitário que vem realizando ligações clandestinas com o canal projetado para a drenagem urbana, pois a região é equipada tanto por coleta regular de resíduos sólidos e rede de esgoto, já que há um subsistema em operação, além da existência de duas estações elevatória (Uma no Lafayette Coutinho e outra no Eduardo Gomes) que funcionam como uma espécie de filtro, assim como uma estação de tratamento de esgoto localizada na entrada do conjunto. Além

disso (Figura 21), também na região do GRE, há uma extensa faixa atendida pela Estação de Tratamento e Recuperadora de Qualidade da Água (ERQ-Oeste), onde em conjunto com a Estação de Tratamento e Recuperadora da Qualidade da Água (ERQ-Sul) – aumentaria em 200% a capacidade de tratamento de esgoto em Aracaju (DESO, 2017), e consequentemente contribuiria a essa localidade em São Cristóvão.

Essa ação antrópica já teve resultados danosos, pois durante as fortes chuvas que aconteceram em 2013, o canal findou por transbordar, gerando desconfortos e mostrando problemas causados por esses atos.

Figura 21 – Mapa de sistema de esgoto sanitário



Legenda

- Perímetro Urbano - Grande Rosa Elze
- Sub Sistema em operação
- Área não atendida, Estação de Tratamento e Recuperadora de Qualidade da Água (ERQ Oeste)
- E1 Estação Elevatória Eduardo Gomes
- E2 Estação Elevatória Lafayette Coutinho
- Estação de Tratamento de Esgoto Eduardo Gomes

Fonte: Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007; DEMACAMP - Planejamento, Projeto e Consultoria, 2018. Elaboração do autor, 2021.

Em virtude disso o poder público executou um projeto de envelopamento de um trecho deste canal (figura 22), na busca de trazer “segurança a comunidade, além de evitar uma prática ainda muito comum e prejudicial que é o depósito de lixo no canal. Mantendo os canais fechados conseguiremos realizar uma limpeza mais ágil e evitar a obstrução da tubulação por lixo, que gerava constantes alagamentos na região.”¹⁶

Figura 22 – Trecho envelopado do canal do Eduardo Gomes



Fonte: do autor, 2021.

Já a ocupação em uma grande área localizada quase em frente ao acesso principal do conjunto Eduardo Gomes, onde há atualmente um grande complexo de empreendimentos do PMCMV, mostrou o resultado do intenso processo erosivo que com as chuvas daquele período, somada aos sedimentos resultantes daquela obra, criasse pontos de alagamentos dificultando transeuntes e veículos que acessavam o Eduardo Gomes (Figura 23).

Aqui a cena se repete, onde as incorporadoras e construtoras, munidas de terrenos à espera da valorização da terra através do mercado imobiliário, aguardam pela chegada da possibilidade de um fator de retorno econômico resguardados por um PDDU conivente à sua atuação mercadológica, dando a elas “abonos” em impostos, resultado de subsídios para os menos favorecidos, como se pregava no PMCMV.

¹⁶ Trecho extraído da reportagem da ASCOM | Prefeitura de São Cristóvão, disponível no site SE 360 com o título Gestão Municipal inicia obra de envelopamento no canal do Conjunto Eduardo Gomes. Disponível em: <http://se360.com.br/gestao-municipal-inicia-obra-de-envelopamento-no-canal-do-conjunto-eduardo-gomes/> acessado em 31 de jan 2021.

Figura 23 – Chuva¹⁷ de 20 minutos alaga entrada do Conjunto Eduardo Gomes



Fonte: Portal Coisas de São Cristóvão, 2013.

Com a atualização do PDDU municipal, pouco se interferiu nos parâmetros de uso e ocupação do solo onde está o conjunto Eduardo Gomes, até o Plano Diretor de 2009/2019 ele era classificado como Zona Urbana Consolidada, com coeficiente de aproveitamento (CA)¹⁸ básico para todos os lotes igual a 1,0 e mínimo de 0,3. Já na legislação vigente (PDDU de 2020), a zona a qual está inserido passou a ser denominada de Qualificação Urbana, o CA máximo permaneceu o mesmo, já a taxa de ocupação¹⁹ é de 70%.

Para complemento desse diagnóstico, foi feita uma separação em quatro áreas do conjunto, cujas mudanças de relevo (área plana), marcos simbólicos (área do Loreto, onde há igreja de mesmo nome) e identidade popular como as áreas da lagoa (riacho da Xoxota) e área da serra, foram escolhidas para compor a catalogação gráfica (figuras 24, 25, 26, 27, 28 e 29), que auxiliam na escolha das técnicas sustentáveis a serem aplicadas.

Vê-se que em ambas existem poucas superfícies urbanas permeáveis, quando existentes estão em praças ou lotes com sinais de abandono público e privado, além de que confirma-se a alta poluição no canal que intersecciona o conjunto. A distinção de relevo mostra também a forma como os impactos causados por esse alto índice de impermeabilização do solo, e a retirada da cobertura vegetal, são sentidos com base na coloração das águas ao longo do canal, ora de caráter esverdeada (oriunda de ligação irregular), ora com pigmentação alaranjada (sedimentação argilosa).

¹⁷ Temperaturas e Precipitações Médias. Em Aracaju, o mês de dezembro é o mais seco com 39 mm. O mês de maior precipitação é maio, com uma média de 190 mm.

¹⁸ Percentual máximo do lote que poderá ser ocupado por edificações com finalidade de garantir condições adequadas de ventilação e iluminação natural.

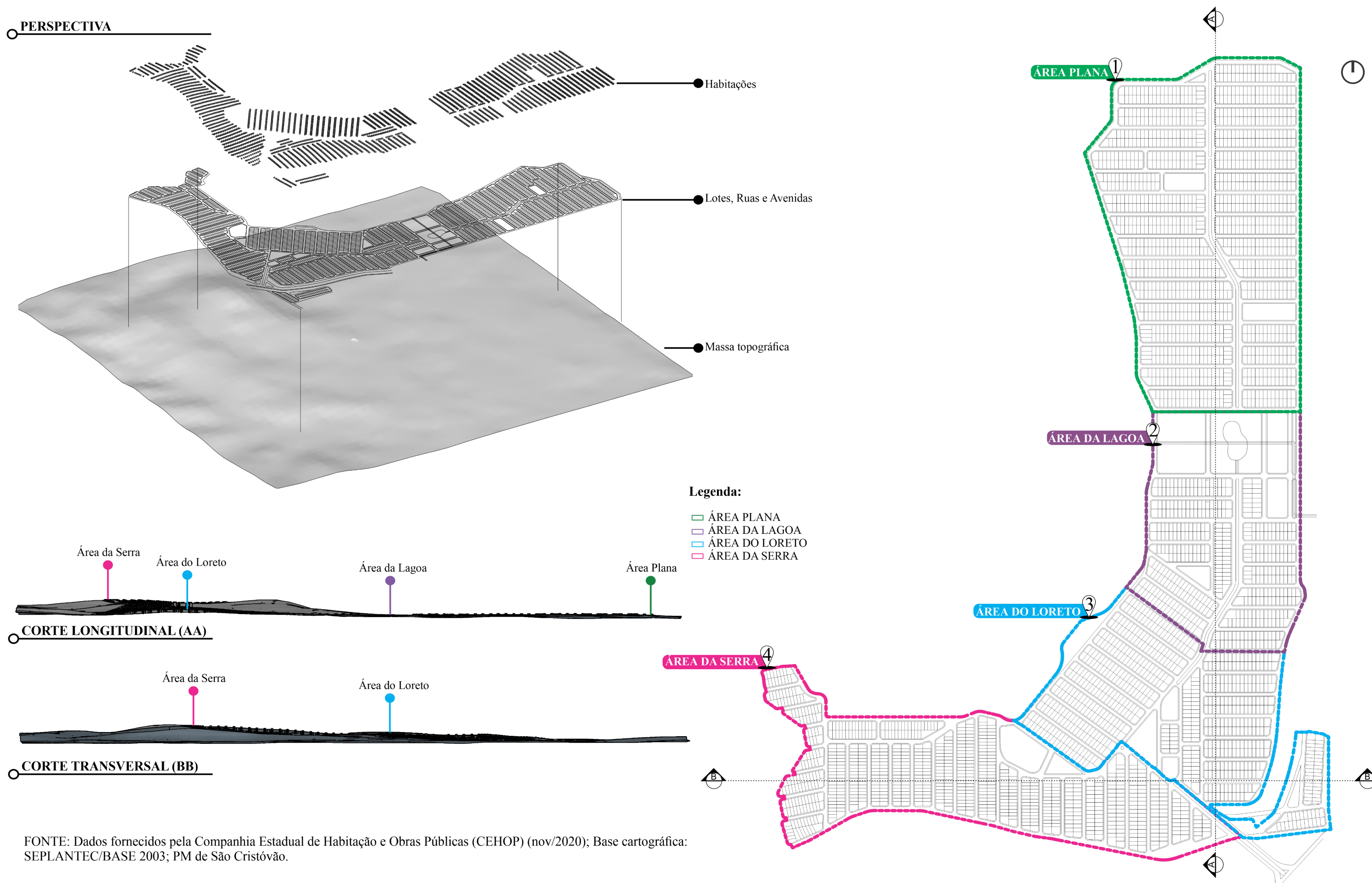
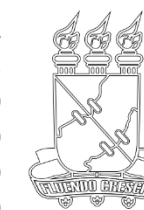
¹⁹ Projeção da edificação no terreno, indica a área máxima que poderá ser construída.

Portanto, o comportamento do mercado imobiliário através da implementação do Eduardo Gomes, fomentou um processo contínuo de expansão urbana na localidade, trazendo um desequilíbrio desse processo acelerado do retalhamento do solo de áreas antes rurais, e a existência dessas ações antrópicas têm interferido principalmente no ecossistema local, entre eles a artificialização e degradação de um corpo hídrico popularmente conhecido como riacho da Xoxota.

Figura 24 – Perspectiva, cortes e divisão de áreas no Conjunto Eduardo Gomes, SC

PRANCHA DE DIAGNÓSTICO EDUARDO GOMES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS DE LARANJEIRAS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
DOCENTE: MSc LINA DE MARTINS CARVALHO
DISCENTE: WESLEY RODRIGUES DE AQUINO



FONTE: Dados fornecidos pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas (CEHOP) (nov/2020); Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão.

Figura 25 – Partido urbanístico e localização do Conjunto Eduardo Gomes, SC

PRANCHA DE DIAGNÓSTICO EDUARDO GOMES

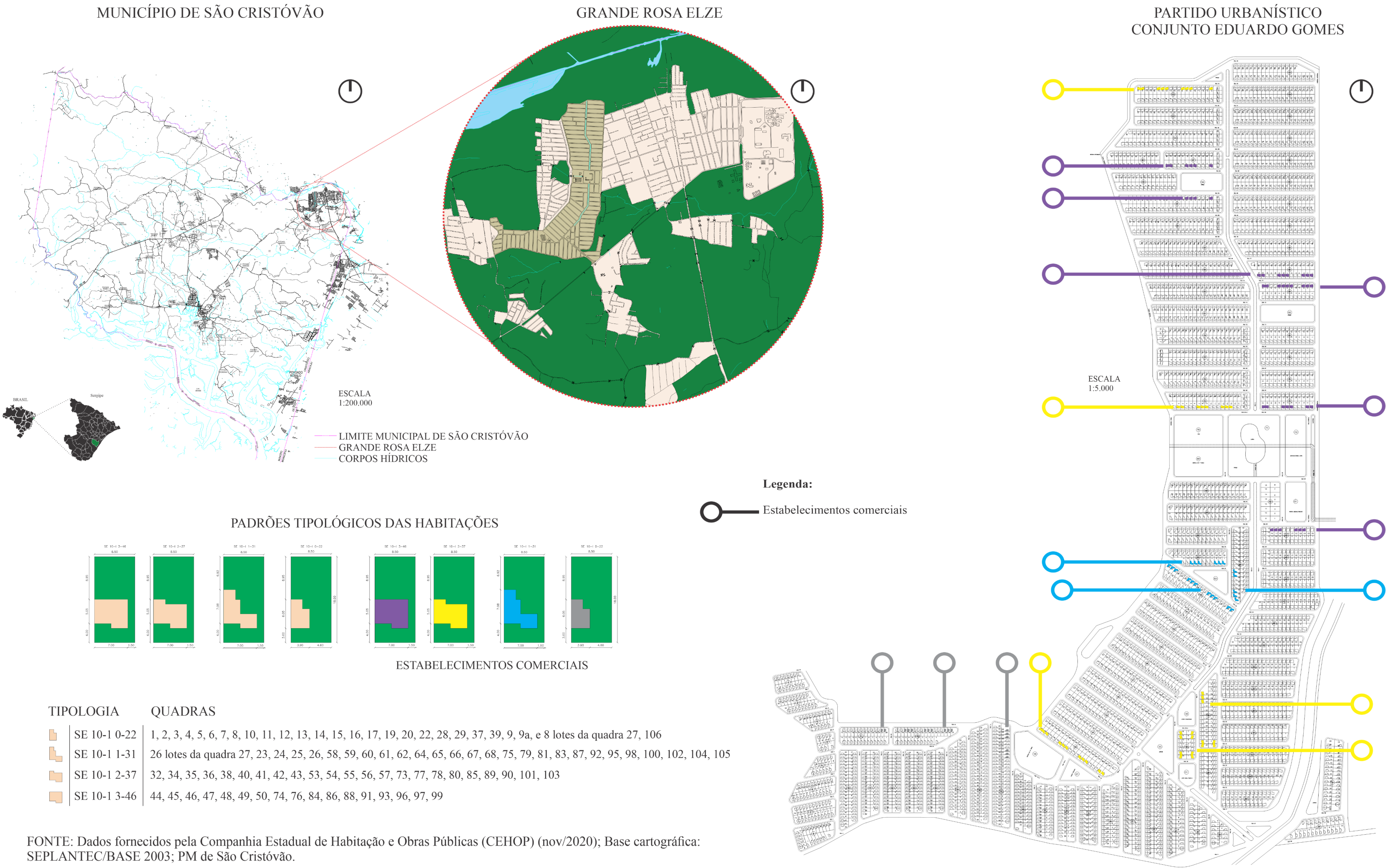
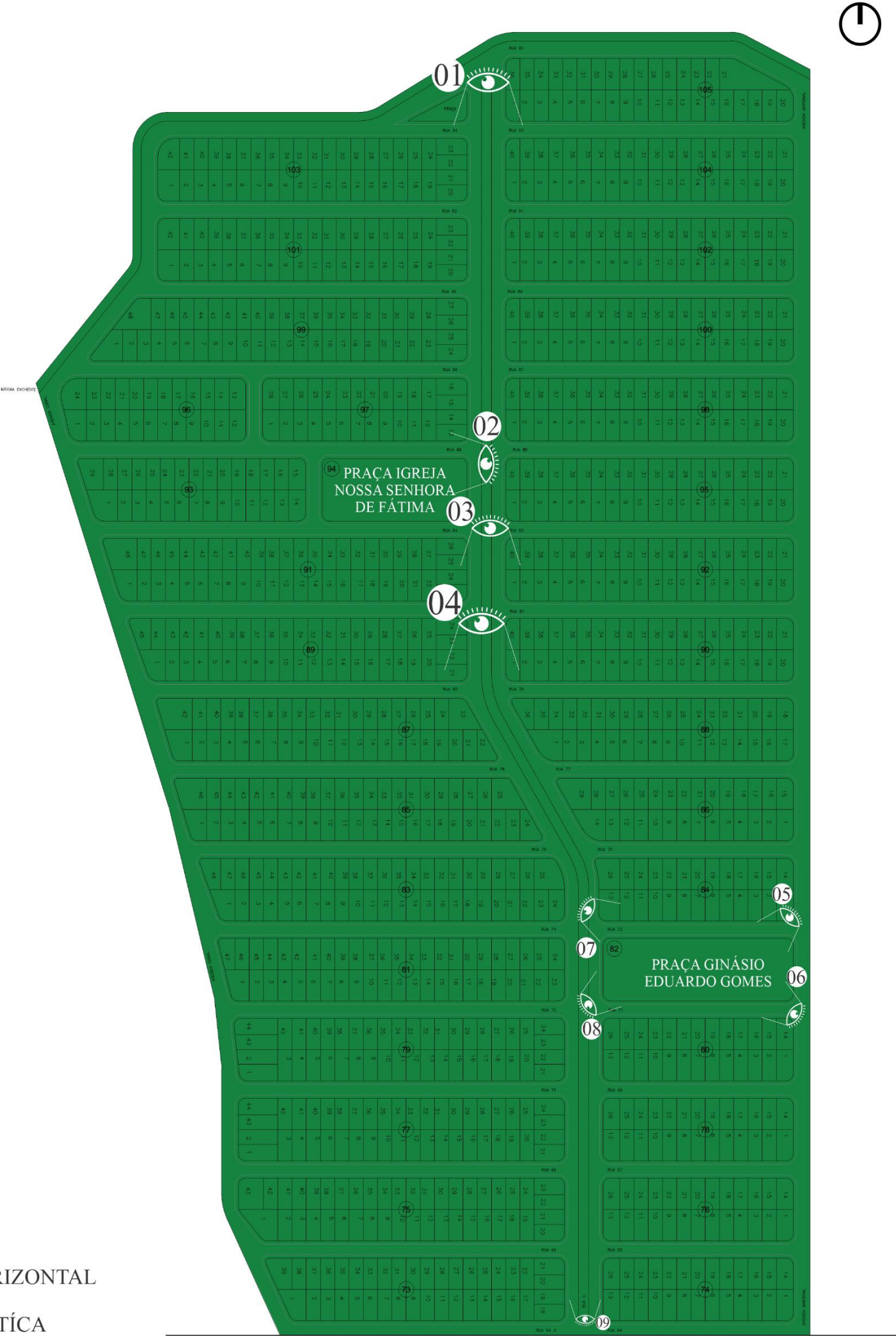


Figura 26 – Área Plana do Conjunto Eduardo Gomes, SC

PRANCHA DE DIAGNÓSTICO ÁREA PLANA



Legenda:
👁️ REGISTROS FOTOGRÁFICOS

DATAÇÃO DAS IMAGENS:
26/06/2021

HORÁRIOS DOS REGISTROS:
ENTRE 9h ÀS 11h

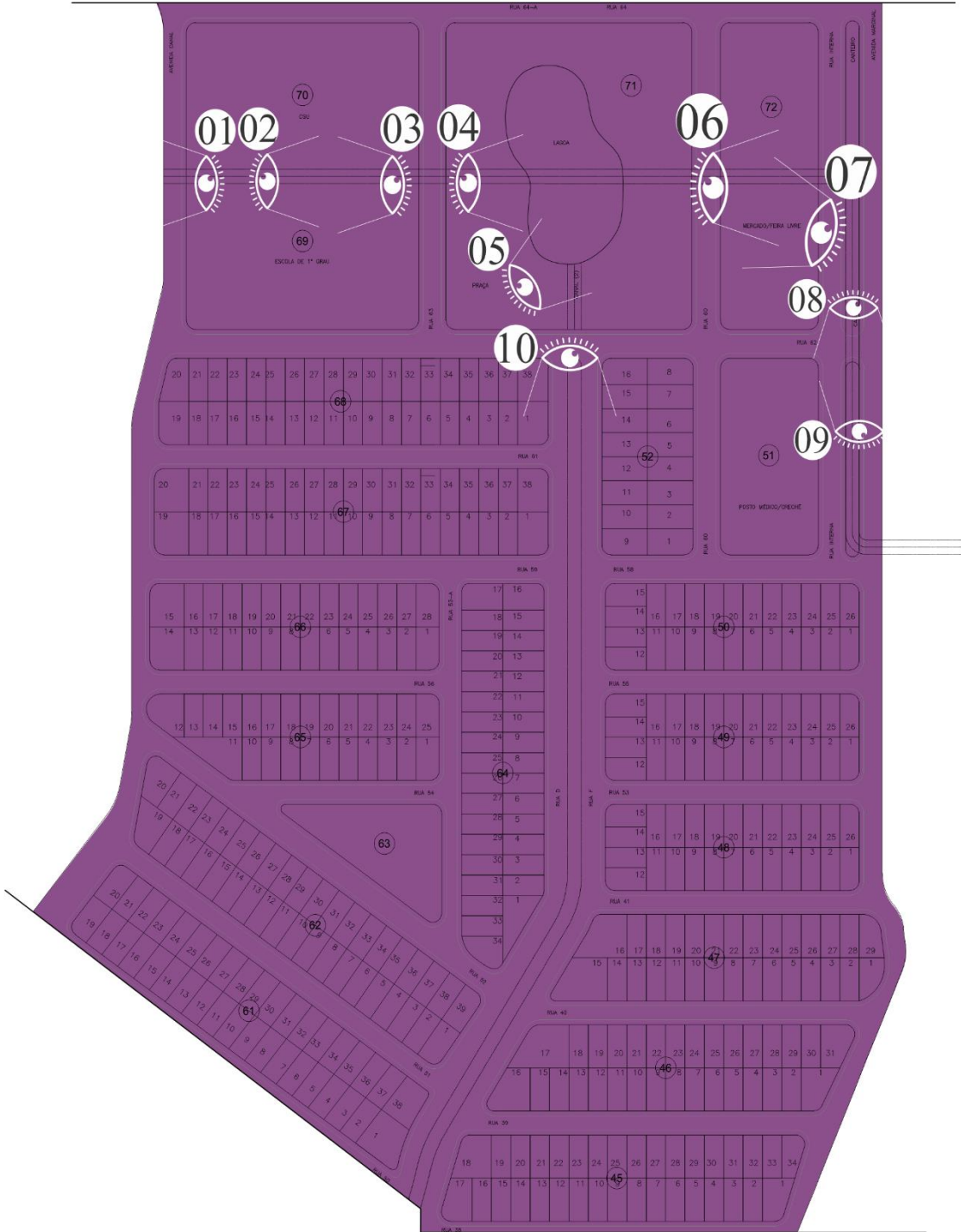
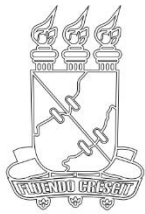
PADRÃO CONSTRUTIVO: HORIZONTAL
CALÇADAS: ENTRE 1.5M E 2M
RUAS: PAVIMENTAÇÃO ASFALTÍCA
CANAL PLUVIAL DESTAMPADA
POUCA OU QUASE NENHUMA ÁREA PÚBLICA PERMEÁVEL
ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS AO LONGO DA AVENIDA PRINCIPAL

FONTE: Dados fornecidos pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas (CEHOP) (nov/2020); Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007.

Figura 27 – Área da Lagoa no Conjunto Eduardo Gomes, SC

PRANCHA DE DIAGNÓSTICO ÁREA DA LAGOA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS DE LARANJEIRAS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
DOCENTE: MSc LINA DE MARTINS CARVALHO
DISCENTE: WESLEY RODRIGUES DE AQUINO



Legenda:

👁️ REGISTROS FOTOGRÁFICOS

DATAÇÃO DAS IMAGENS:
09/02; 23/06/2021

HORÁRIOS DOS REGISTROS:
ENTRE 9h ÀS 11h

PADRÃO CONSTRUTIVO: PREDOMINANTEMENTE HORIZONTAL
CALÇADAS: ENTRE 1.5M E 2M
RUAS: PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA
CANAL PLUVIAL OCUPADA POR ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS
PRESENÇA DE ESCOLAS E OUTROS SERVIÇOS
POUCA OU QUASE NENHUMA ÁREA PÚBLICA PERMEÁVEL

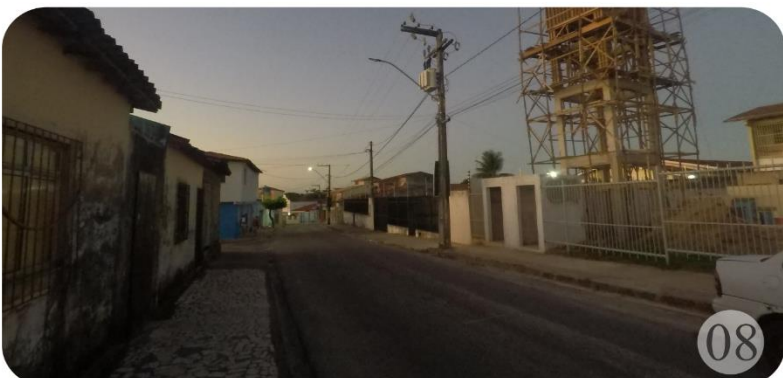
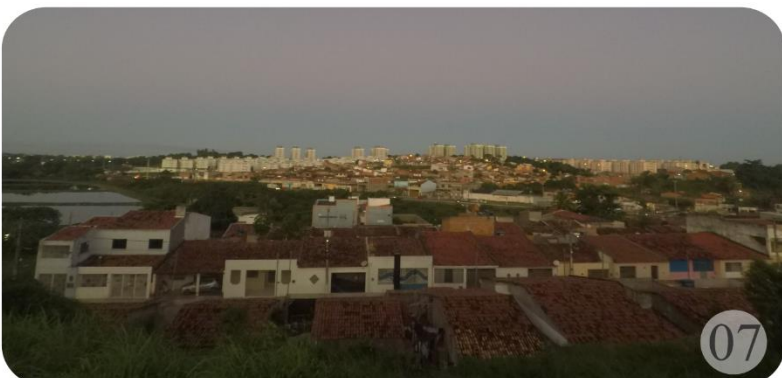
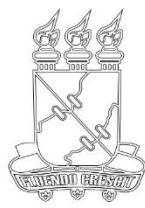


FONTE: Dados fornecidos pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas (CEHOP) (nov/2020); Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007.

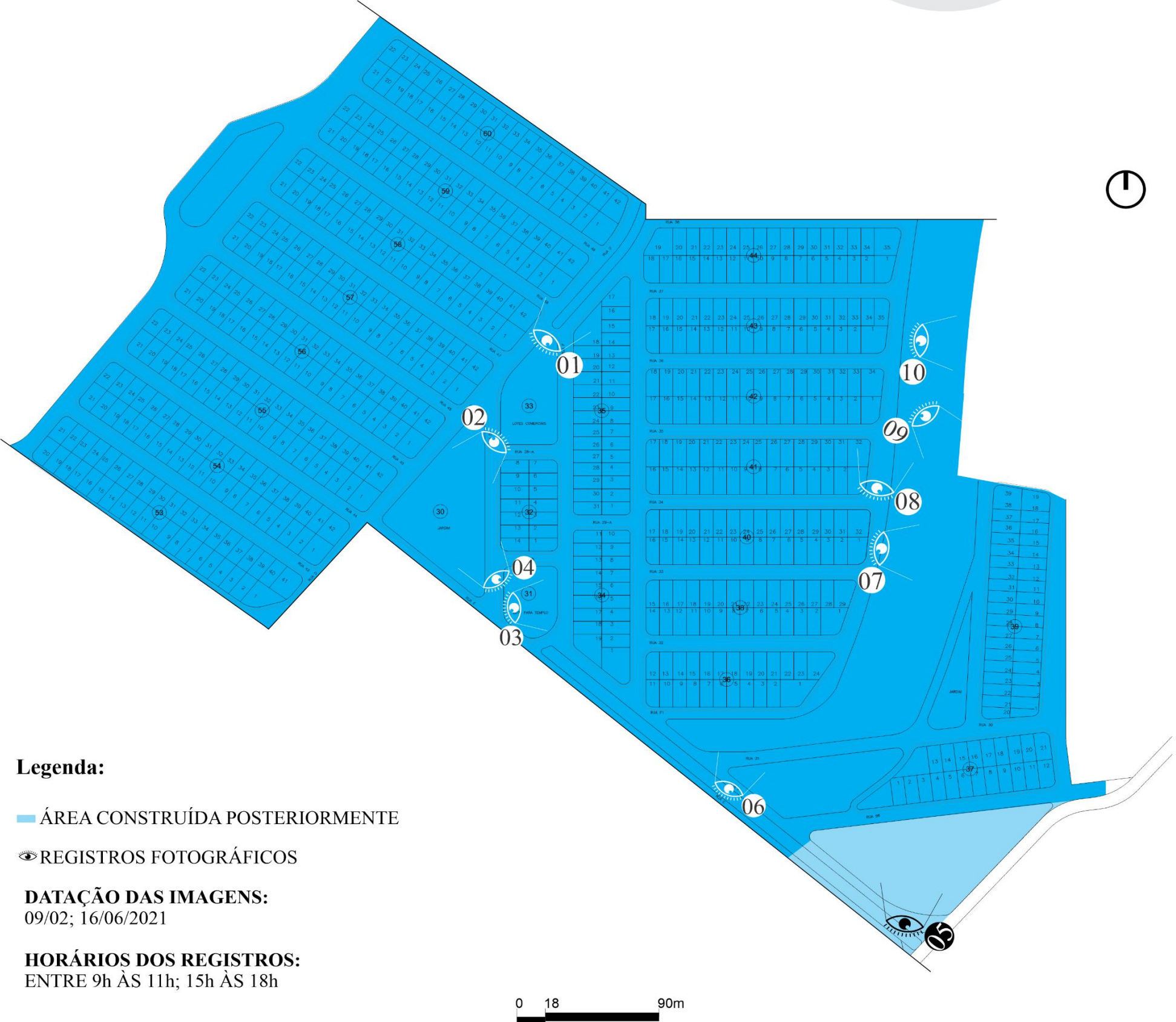
Figura 28 – Área do Loreto no Conjunto Eduardo Gomes, SC

PRANCHA DE DIAGNÓSTICO ÁREA DO LORETO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS DE LARANJEIRAS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
DOCENTE: MSc LINA DE MARTINS CARVALHO
DISCENTE: WESLEY RODRIGUES DE AQUINO



PADRÃO CONSTRUTIVO: HORIZONTAL
CALÇADAS: ENTRE 1.5M E 2M
RUAS: PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA
CANAL PLUVIAL TAMPADA
POUCA OU QUASE NENHUMA ÁREA PÚBLICA PERMEÁVEL
ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS AO LONGO DA AVENIDA PRINCIPAL



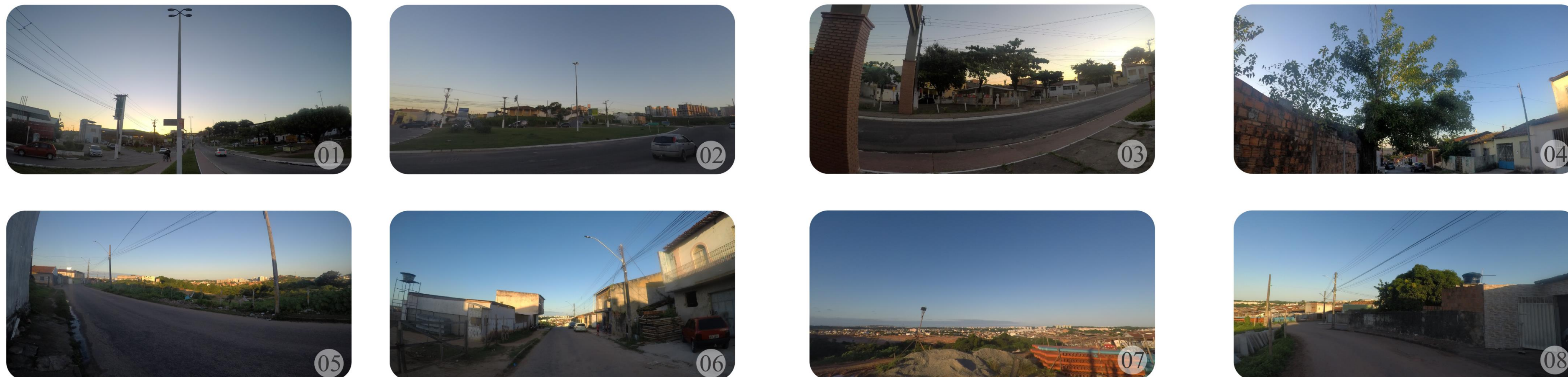
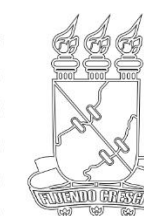
Legenda:
— ÁREA CONSTRUÍDA POSTERIORMENTE
— REGISTROS FOTOGRÁFICOS
DATAÇÃO DAS IMAGENS:
09/02; 16/06/2021
HORÁRIOS DOS REGISTROS:
ENTRE 9h ÀS 11h; 15h ÀS 18h

FONTE: Dados fornecidos pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas (CEHOP) (nov/2020); Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007.

Figura 29 – Área da Serra no Conjunto Eduardo Gomes, SC

PRANCHA DE DIAGNÓSTICO ÁREA DA SERRA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS DE LARANJEIRAS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
DOCENTE: MSc LINA DE MARTINS CARVALHO
DISCENTE: WESLEY RODRIGUES DE AQUINO



Legenda:

— ÁREA CONSTRUÍDA POSTERIORMENTE

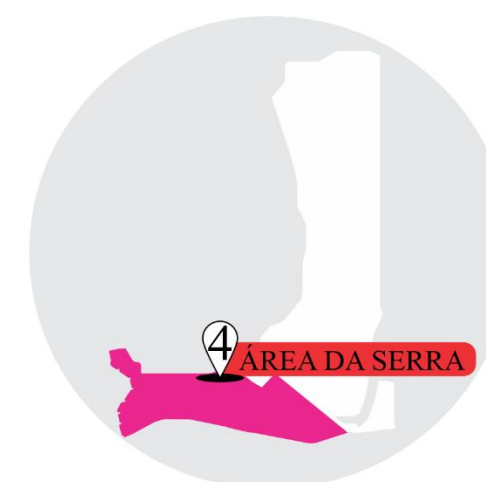
👁️ REGISTROS FOTOGRÁFICOS

DATAÇÃO DAS IMAGENS:
16/06/2021

HORÁRIOS DOS REGISTROS:
ENTRE 9h ÀS 11h; 15h ÀS 18h

PADRÃO CONSTRUTIVO: HORIZONTAL
CALÇADAS: ENTRE 1.5M E 2M
RUAS: PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA
CANAL PLUVIAL DESTAMPADA
ÁREA LOCALIZADA NA PARTE MAIS ALTA DO RELEVO
POUCA OU QUASE NENHUMA ÁREA PÚBLICA PERMEÁVEL

FONTE: Dados fornecidos pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas (CEHOP) (nov/2020); Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007.



0 18 90m

4.3 O riacho da Xoxota

São Cristóvão é um município drenado pelas bacias do Rio Sergipe ao norte e pela bacia do rio Vaza Barris ao sul (Figura 30). A bacia do Rio Sergipe é constituída no município por trechos de seus afluentes: os rios Poxim Mirim, Poxim Açu e Pitanga, ambos pertencentes à Sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim (DEMACAMP, 2018). Essa sub-bacia encontra-se na porção leste de Sergipe, abrangendo parte dos municípios de Itaporanga d'Ajuda, Areia Branca, Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro, Aracaju e São Cristóvão (FERREIRA *et al.*, 2011) (Figura 31).

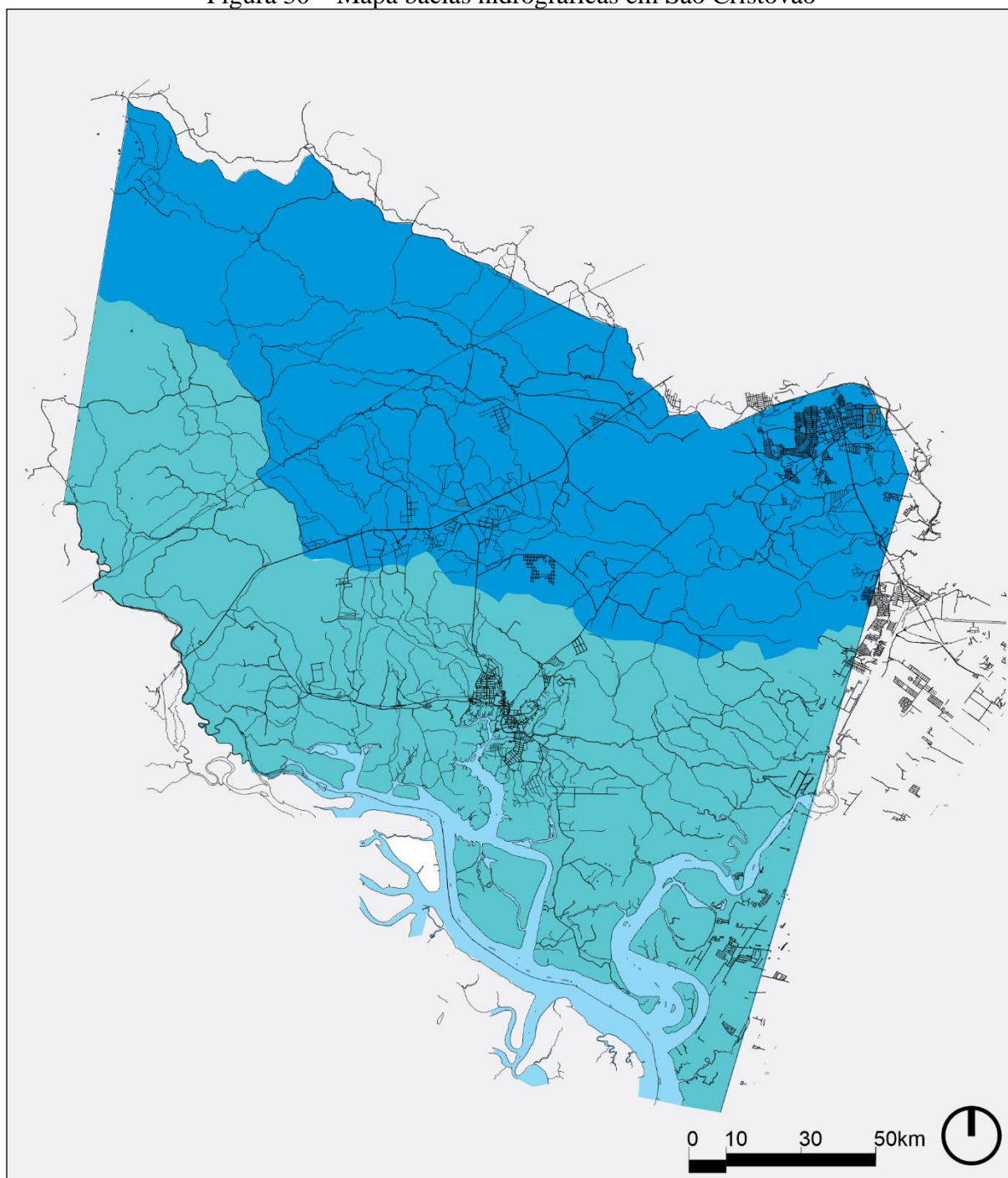
O estudo dessas definições hidrológicas auxilia também na identificação geoambiental da localidade, possibilitando conhecer, entre outros fatores, as áreas com características susceptíveis à ocupação através de leituras técnicas geológicas. Esse é um dado importante para a identificação de quais problemáticas são susceptíveis em acontecer nos *sítios* em virtude da característica do solo, e assim balizar a criação de estratégias que diminuam ou evitem deles acontecerem.

Segundo DEMACAMP (2018), em São Cristóvão existem algumas áreas de sensibilidade geoambientais, sendo elas classificadas como: Baixa (problemas localizados devido a erodibilidade dos solos); baixa e moderada (devido a erodibilidade dos solos e localmente a setores de encostas mais inclinados, ou problemas localizados de recalque²⁰, alagamento e contaminação de aquífero superficial); moderada a alta (resultante da inclinação das encostas e a erodibilidade dos solos); alta (por causa dos risco de inundação, contaminação e assoreamento), e por fim a muito alta (possibilidade de inundação diária pela maré, a suscetibilidade alta, a contaminação e a recalques por adensamento de solos).

Na Região do Grande Rosa Elze, por exemplo, existem características de susceptíveis geoambientais que vão: de baixa na porção mais ao sul; baixa a moderada onde encontra-se o conjunto Eduardo Gomes; a alta, em que está o riacho urbano popularmente conhecido como riacho da Xoxota (DEMACAMP, 2018) (Figura 32).

²⁰ Abaixamento da superfície do terreno ou rebaixamento de uma construção causado pela alteração da espessura do solo.

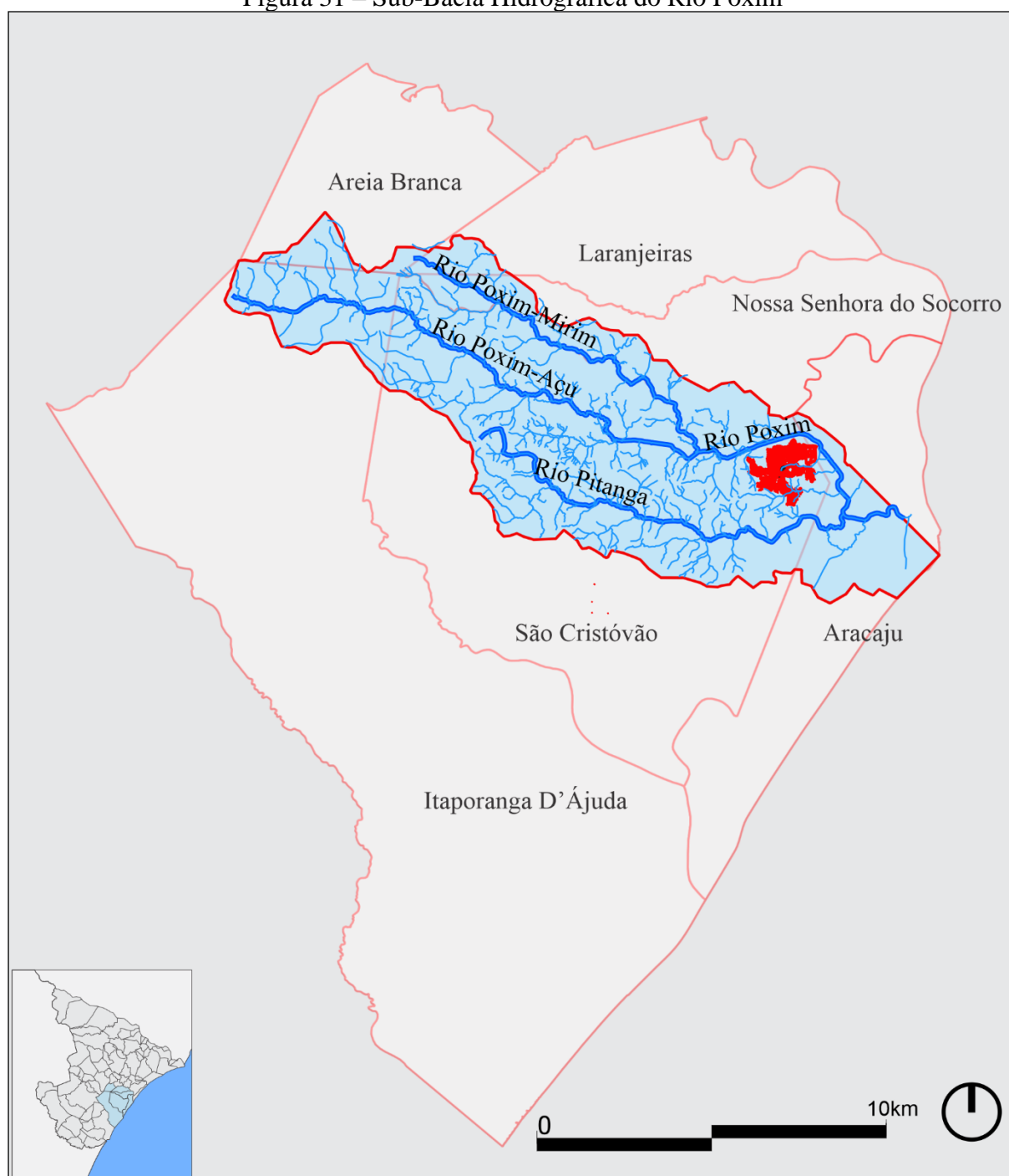
Figura 30 – Mapa bacias hidrográficas em São Cristóvão

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe
- Bacia Hidrográfica do Rio Vaza Barris
- Rio Vaza Barris e Rio Santa Maria

Fonte: Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007; DEMACAMP - Planejamento, Projeto e Consultoria, 2018. Elaboração do autor, 2021.

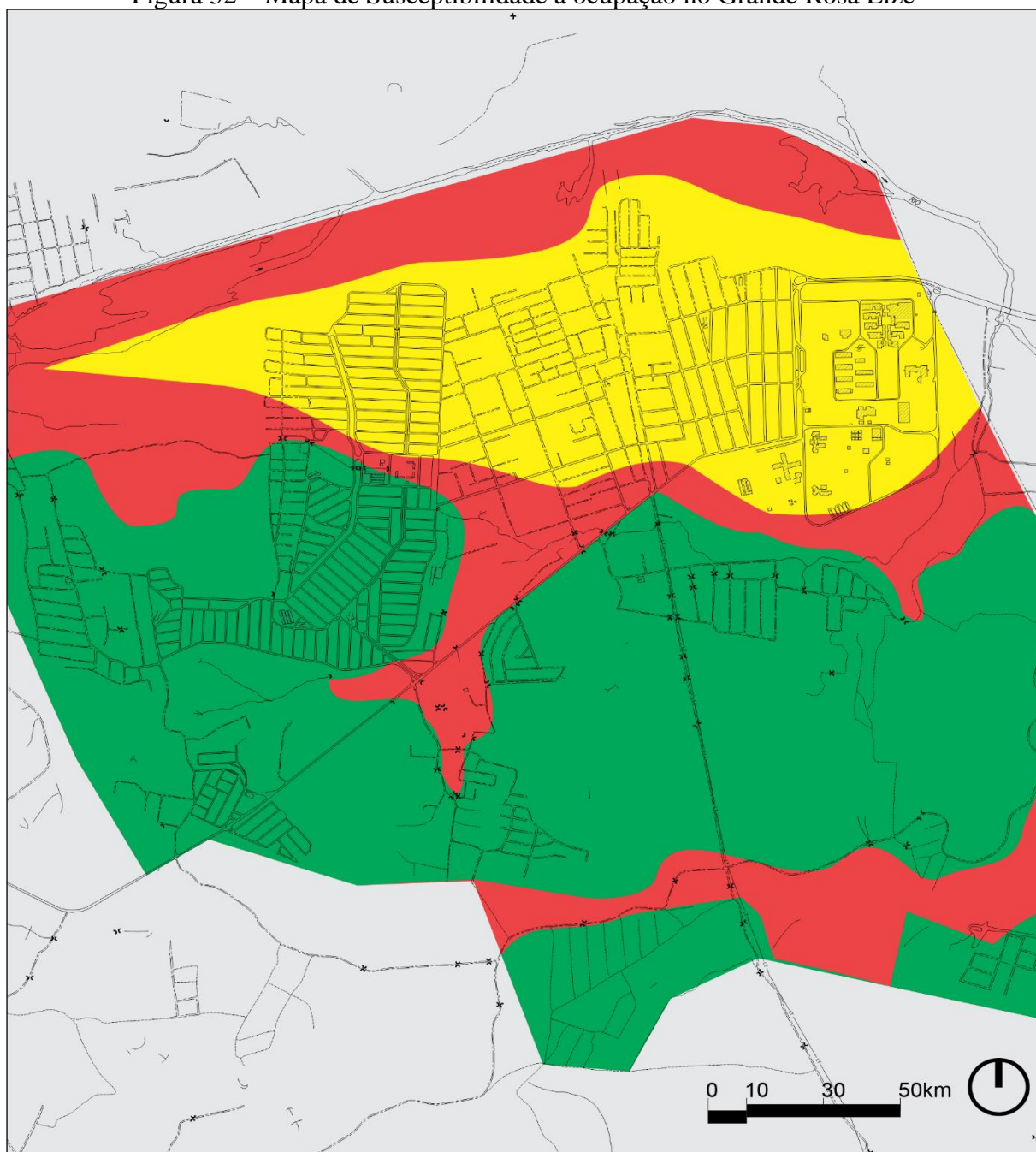
Figura 31 – Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Poxim

**Legenda**

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Sub-Bacia do Rio Poxim | Municípios drenados pela Sub-Bacia |
| Sub-Bacia do Rio Poxim (Rios) | Municípios |
| Sub-Bacia do Rio Poxim (Afluentes) | Grande Rosa Elze |

Fonte: Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007; DEMACAMP - Planejamento, Projeto e Consultoria, 2018. Elaboração do autor, 2021.

Figura 32 – Mapa de Susceptibilidade a ocupação no Grande Rosa Elze



Legenda

- ALTA (Devido ao risco de inundação, contaminação, assoreamento) | Terreno do tipo planícies inundáveis.
- BAIXA a MODERADA (Problemas localizados de recalque, alagamentos e contaminação de aquífero superficial) | Terreno do tipo planície marinha.
- BAIXA (Problemas localizados, devido a erodibilidade dos solos) | Terreno do tipo colinoso.

Fonte: Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007; DEMACAMP - Planejamento, Projeto e Consultoria, 2018. Elaboração do autor, 2021.

Surtindo os efeitos de atos antrópicos, o riacho da Xoxota tem sido duramente penalizado, ações diferentes das indicadas a partir da Lei nº. 6.938 de 31 de agosto de 1981, que tem por objetivo a preservação, utilizando-se para tanto de normas para controlar atividades que interfiram no meio ambiente de forma coercitiva (TOMELERI; CAMPOS; MORETE, 2013).

A Lei Federal nº 12.651 de 17 de outubro de 2012, estabelece que em zonas rurais ou urbanas, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) devem respeitar um distanciamento a ser ocupado a depender da distinção de sua largura. Dá força a esta lei à Resolução CONAMA nº 303/2020, “está que regulamenta o art. 2º da Lei nº 4.771/65, onde obriga a manutenção de uma APP ao longo dos cursos d’água e em função da largura dos mesmos” (TAVANTI; BARBASSA, 2012, p. 17).

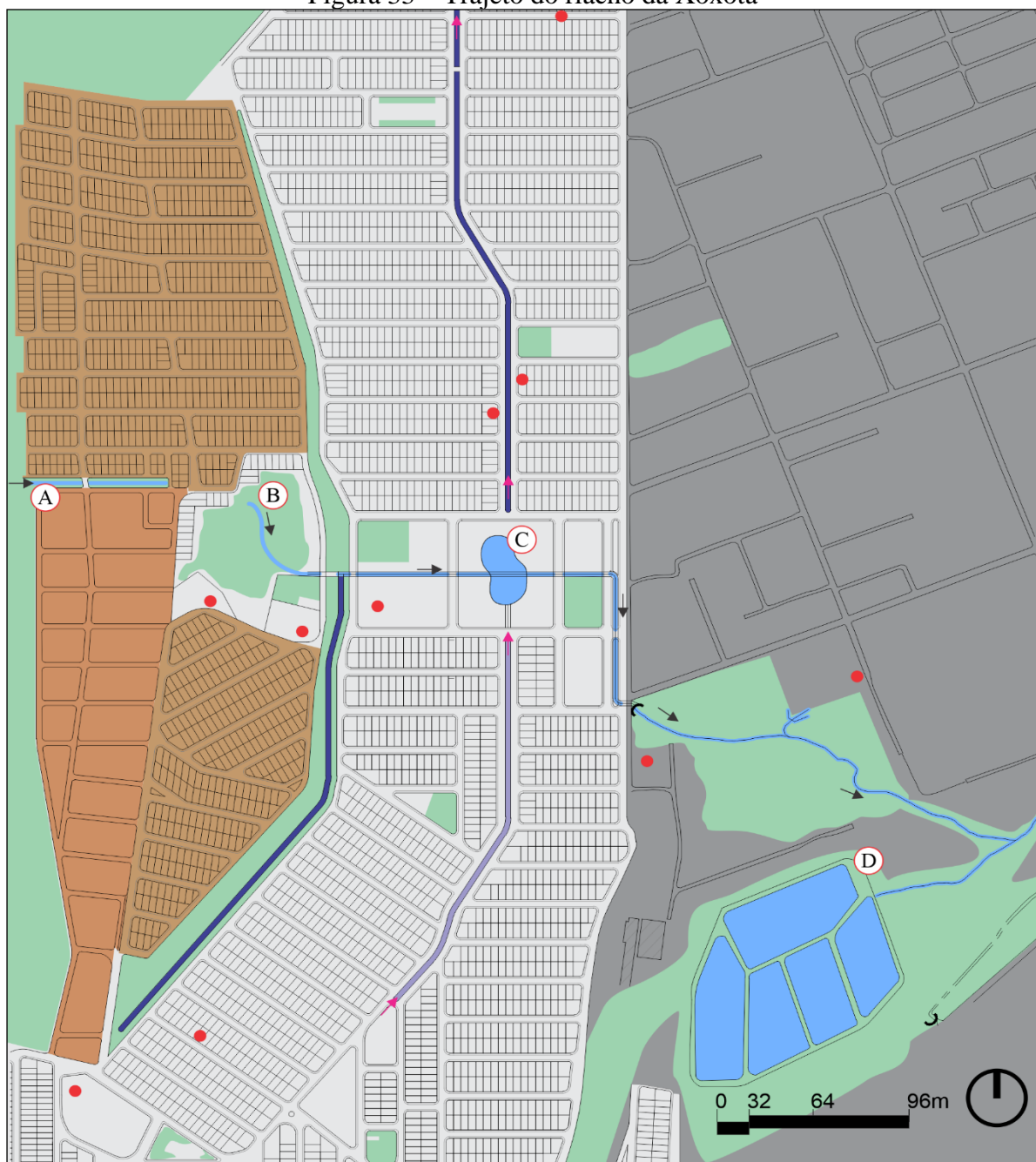
Em uma faixa de água perene, observou-se no riacho da Xoxota a existência de um distanciamento de 40m aproximadamente de sua largura máxima em uma faixa de água perene, assim, segundo o Código Florestal em seu art. 4º, indica a preservação de uma largura mínima de 50 metros a ser ocupada.

A partir de uma visita de campo, notou-se na parte mais à oeste da área de estudo, um bolsão de grande volume d’água que é carregado (ou abastecido ou alimentado) hidráulicamente por canais e tubulação, etc. (A), onde há inclusive uma passagem intermitente (temporário) (Figura 33, 34).

Muito provavelmente o curso natural do riacho da Xoxota teve a morfológica de seu canal natural modificada para a implementação do conjunto Eduardo Gomes, o que pode ter provocado desequilíbrios geomorfológicos em seu eixo principal em atributo do transporte das águas cloacais até a EET do Eduardo Gomes (D) (Figura 35).

Em um alto processo de degradação, se vê que a área a qual deveria ser preservada, hoje sofre pelo auto processo de ocupação urbana, bem como de modo equivocado, ter a região da porção d’água entre os conjuntos interpretada como propriedade privada (B), visto a existência de estabelecimentos que muram o acesso (Figura 36). Além disso, a lagoa (C) que faz parte do projeto original do conjunto inexistente, pois a área encontra-se totalmente impermeabilizada e ocupada por um centro comercial.

Figura 33 – Trajeto do riacho da Xoxota



Legenda

- | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|---|
| Percurso riacho da Xoxota | Canal envelopado | Lagoa do projeto original, entretanto inexistente |
| Resquício de massa vegetada | Canal descoberto | Estação de Esgoto |
| Lafayette Coutinho | Início da artificialização do riacho | Direcionamento do riacho |
| Rosa do Oeste | Porção d'água estrangulada | Direcionamento pluvial |
| ESCOLAS | | |

Fonte: Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007; DEMACAMP - Planejamento, Projeto e Consultoria, 2018. Elaboração do autor, 2021.

Figura 34 – (A) Canal do riacho da Xoxota antes de chegar na porção entre os conjuntos. (A) Continuação do canal no fundo da porção d'água entre os conjuntos. (B) Águas na porção d'água entre o Lafayette Coutinho e Rosa do Oeste.



Fonte: do autor, 2021.

Essa degradação ao bem natural em favor da expansão urbana é algo contextualmente presente desde as cidades antigas, pois “ao longo dos séculos, foram sendo acrescentados anéis urbanos, substituindo a vegetação pela pedra e destruindo as superfícies verdes, pulmões da cidade” (LE CORBUSIER, 1887, p. 42).

Figura 35 – A sub-bacia do Rio Poxim e o riacho da Xoxota no GRE



Legenda

- | | |
|--|--|
| ■ Rio Poxim | ■ Grande Rosa Elze (Drenagem) |
| ■ Grande Rosa Elze (Afluentes) | ■ ETE Eduardo Gomes |
| ■ Riacho da Xoxota | ■ Limites Municipais |

Fonte: Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007; DEMACAMP - Planejamento, Projeto e Consultoria, 2018. Elaboração do autor, 2021.

Figura 36 – Acesso murado ao riacho da Xoxota



Fonte: do autor, 2021.

O fluxo dessas águas do riacho da Xoxota encontra-se com dois canais construídos para às de origem pluvial: um que divide espacialmente o Eduardo Gomes dos conjuntos Lafayette Coutinho e Rosa do Oeste, e o outro no próprio conjunto Eduardo Gomes. Em contraponto, observa-se ao longo do riacho, distribuídas em seu perímetro, uma dezena de escolas que podem ser indutoras através de medidas educativas ambientais, como auxílio no processo de requalificação desse riacho altamente poluído.

Os impactos gerados pelo adensamento urbano que desenfreadamente vai ignorando a importância da presença de um bem natural, vão gerando uma espécie de ciclo de contaminação, neste caso, poluindo um riacho e seus afluentes que escoam para a cidade, os quais carecem de novas medidas de menor impacto.

Esses problemas de hoje, para Tucci (2008, p. 73), devem retornar para a população em forma de problemas no campo da saúde, nas frequentes inundações, e que essas transformações de um ambiente rural para o urbano “cada vez mais se agrava, e quanto mais tempo isto perdurar, maior será a herança de prejuízos para as próximas gerações, que receberão um passivo muito alto.”

Esse corpo hídrico tem sofrido principalmente pelas ações antrópicas causadas por sua comunidade e pelo poder público, cujas medidas baseiam-se em limpeza, desobstrução e o próprio uso para desague das águas servidas²¹. Rodrigues Junior (2016, p. 6) aponta que “estes atos possivelmente trazem perigos, em razão de ocasionarem a poluição do solo e da água, além de provocar um odor desagradável e propiciar o alastramento de vetores de doenças, comprometendo assim, a saúde pública”.

²¹ Águas provenientes de esgoto.

Saber que esses impactos ambientais podem a curto, médio ou a longo prazo trazer os mais variados problemas em virtude também da expansão urbana, pede por ações urbana-ambientais que invertam este quadro; é uma tarefa a ser cumprida através do diálogo comunitário e órgãos públicos competentes. Silveira; Bastos e Matias (2019, p.3) classificam como ideal “fiscalizar e sensibilizar a população local para fazer valer as políticas públicas, sociais e ambientais notoriamente presentes no local”.

Exigir e preservar a existência de um espaço natural dentro do circuito urbano, é algo necessário para uma melhoria nas condições urbanas. O padrão contemporâneo tem exigido cada vez mais de horas da classe trabalhadora, onde em geral resulta em problemas de saúde e similares, devendo assim serem seguidas a cada dia por um número suficiente de horas livres de lazer, para isso, esses espaços de atividades prazerosas dentro das cidades devem ser retrabalhados para auxílio de uma melhor qualidade de vida. Esses locais de trabalho não se encontram racionalmente disposto dentro do contexto das cidades, um resultado do processo de expansão atrelado ao maquinismo, onde transformou a fisionomia das cidades e o desenvolvimento industrial acabou por romper tradições seculares de artes e ofícios, e por vezes dando as costas para a presença de bens naturais que poderiam fazer parte desse cenário.

Assim, o Riacho da Xoxota pode ser esse fomentador; entretanto ele segue o seu fluxo artificializado, recebendo efluentes do Eduardo Gomes e das comunidades vizinhas do GRE, do *campus* da UFS e da lagoa de estabilização de tratamento de esgoto da DESO, que tem como objetivo principal utilizar no seu processo de tratamento de esgotos um conjunto de lagoas facultativas e de maturação (DESO, 2015)²².

O campo teórico se faz importante para um completo aproveitamento das aplicações do poder político, convicto e decidido a realizar condições de vida elaboradas e expressas nos planos urbanos (LE COURBUSIER, 1887). Não por menor deve existir o engajamento de uma população esclarecida por compreender, desejar, e reivindicar aquilo que os especialistas planejaram para ela.

Atualmente um novo loteamento se encontra em fase inicial de terraplanagem próximo ao riacho da Xoxota, instigado pela atuação do mercado imobiliário e que ocupará uma extensa faixa de terra. Certamente também afetará neste bem natural cada vez mais estrangulado pela expansão urbana desta localidade, e que novas medidas devem ser construídas para a

²² DESO, Companhia de Saneamento do Estado de Sergipe – Sistemas de Abastecimento de água – Disponível em <http://www.deso-se.com.br/deso.php?var=1090588288>. Acesso em: 27 Agosto de 2020.

manutenção, conservação e a existência desse bem que chegou lá muito antes da urbanidade. Para isso, foi realizado um diagnóstico no trecho do riacho da Xoxota (Figura 37).

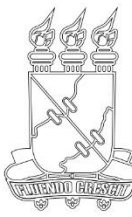
Acompanhou-se o seu caminho a partir do canal entre os conjuntos Lafayette Coutinho e Rosa do Oeste, chegando na porção d'água estrangulada por construções regulares (escolas públicas) e outras irregulares, para em seguida conecta-se com o canal pluvial que divide o Lafayette Coutinho e o Eduardo Gomes. Ao interseccionar o Eduardo Gomes, foram feitos registros fotográficos do outro bolsão d'água no Rosa Maria, também protegido por uma massa vegetada, cujas águas desaguam na então estação de tratamento de esgoto (EET).

Logo, nota-se que desde a sua concepção, a construção do conjunto Eduardo Gomes alterou o curso natural desse corpo hídrico, e no próximo capítulo elaborou-se um ensaio projetual com estratégias de baixo impacto ambiental para ressignifica-lo à toda sua comunidade.

Figura 37 – Riacho da Xoxota no Conjunto Eduardo Gomes, SC

PRANCHA DE DIAGNÓSTICO EDUARDO GOMES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS DE LARANJEIRAS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
DOCENTE: MSc LINA DE MARTINS CARVALHO
DISCENTE: WESLEY RODRIGUES DE AQUINO



Legenda:
— TRECHO CANAL LAFAYETE COUTINHO/EDUARDO GOMES
— LAGOA PROJETADA, HOJE INEXISTENTE
— HIDROGRAFIA PERENE
- - - HIDROGRAFIA INTERMITENTE
— ÁREA VEGETADA
— REGISTROS FOTOGRÁFICOS
DATAÇÃO DAS IMAGENS:
22/06; 23/06/2021
HORÁRIOS DOS REGISTROS:
ENTRE 9h ÀS 11h

ESCALA
1:2500
0 18 90m

FONTE: Dados fornecidos pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas (CEHOP) (nov/2020); Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007.

CAPÍTULO V

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

CF 88 / Artigo 225

(Constituição da República Federativa do Brasil de 1988).

5 CENÁRIOS POSSÍVEIS

Depois do estudo realizado sobre as formas mais sustentáveis de manejo de águas pluviais – através dos conceitos e das técnicas –, assim como o diagnóstico realizado no local, identificando que há a presença de alagamentos, a supressão da área verde em prol da expansão urbana, o aumento da área impermeabilizada e o estrangulamento e artificialização de um afluente hídrico, pretende-se neste capítulo adotar algumas boas estratégias de manejo sustentáveis como forma de dialogar com a ocupação urbana existente (e não anulando-a), assim como a busca em minimizar o impacto ambiental proveniente de uma urbanização distribuída ao longo do curso d'água do riacho da Xoxota.

As estratégias de desenvolvimento urbano de baixo impacto aplicadas ao manejo e gestão das águas pluviais, pesquisadas para este trabalho, inspiraram diversos questionamentos quanto a sua aplicação na área de estudo, mais especificamente quanto ao uso da medida do LID e do *Water Sensitive Cities*, ambas escolhidas para serem aplicada em todo o território do conjunto Eduardo Gomes, bem como em seus espaços adjacentes e circundantes.

Contudo, essas estratégias aparecem em formato de cenários, com pouco nível de detalhamento, onde esse caráter para uma abordagem em uma escala mais precisa possibilita a produção de trabalhos futuros. Dessa forma, as técnicas foram classificadas em acordo com o seu propósito, sendo assim há as (a) que buscam incentivar o reflorestamento; (b) as de amortecimento; (c) de infiltração/evaporação e as (d) de retenção (Quadro 8).

Quadro 9 – Classificação das técnicas utilizadas no ensaio projetual

Classificação	Técnicas						
	Recuperação vegetal	Canteiro pluvial	Piso permeável	Biovaleta	Jardim de chuva	Lagoa pluvial	Grande verde
(a) Reflorestamento	X						
(b) Amortecimento		X			X	X	X
(c) Infiltração/evaporação		X	X	X	X		X
(d) Retenção						X	

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

As águas pluviais e fluviais pedem por estratégias distintas, por tanto não é objetivo desse trabalho demandar técnicas compensatórias e nem tanto as técnicas higienistas para o riacho da Xoxota. Assim, a proposta mais adequada para as águas fluviais é a que o Código

Florestal estabelece, onde teria que respeitar o leito²³ menor do rio e trazer estratégias para a preservação do leito maior.

Diante desse cenário, considera-se que: quanto mais próximo ao leito maior do riacho, a ocupação não deve chegar porque deverá existir um incentivo ao reflorestamento como forma de ressignificar a vegetação retirada com a chegada da urbanização. Entretanto, para o perfil do riacho da Xoxota, o leito maior já se encontra mais do que ocupado pelas construções. Sendo assim, não cabe a esta pesquisa ser propositiva quanto a existência de uma desapropriação e sim, buscar por estratégias sustentáveis de manejo.

Pensar as formas de apropriação do espaço é um exercício que pede como resposta algo que se busque a longo prazo, que deveriam ser acompanhados por essa consciência ecológica em conjunto. Além disso, no caso do Eduardo Gomes e adjacências – essas que também usam e afetam as águas do riacho da Xoxota –, deve-se aproveitar da existência da dezena de escolas na região, bem como buscar por outras ações mais diretas, entre elas a criação de campanhas a residências e estabelecimentos comerciais sobre a importância do bem hídrico; projetos comunitários, incentivo público e etc.

Algumas das técnicas de sustentabilidade urbana como o teto verde e o reaproveitamento das águas cinzas,²⁴ podem ser indicadas pensando-se numa escala ainda menor, isto é, usadas nos lotes residências e comerciais, mas para isso é preciso observar também o fator econômico de sua aplicabilidade, destinando à gestão pública caminhos que as tornem atrativas, algo, por exemplo, como o IPTU verde²⁵ auxiliando ao adensamento urbano expressivo na região.

Identificada a origem e os problemas causados ao riacho da Xoxota, se fez surgir um breve questionamento: (i) Como deve ser elaborado o uso das técnicas nos cenários projetuais no conjunto habitacional e no afluente de um rio no meio urbano?

Primeiramente distinguiu-se as medidas respaldando-se nas leituras dos diagnósticos, onde se definiu: (i) Para as áreas caracterizadas como plana e da lagoa, se usa dos princípios conceituais *Water Sensitive City*, por apresentar definições que tangem pela sustentabilidade e o equilíbrio das necessidades ambientais em curto, médio e longo prazo, ou seja, uma gestão

²³ O leito do rio é o espaço que a água ocupa.

²⁴ Oriundas de máquinas de lavar, chuveiros, banheiras e similares.

²⁵ Desconto para contribuintes que adotam práticas sustentáveis em sua propriedade urbana.

integrada das águas urbanas ao planejamento de cidades resilientes²⁶. (ii) Já para as áreas do Loreto e da serra, serão aplicados os princípios visto no LID, pois indica-se para essas áreas uma recuperação do ciclo hidrológico natural para se possível trazer um cenário próxima ao do pré-existente, pois ambas as áreas se localizam na parte mais alta do relevo do Eduardo Gomes, e também por estar em fase de construção um novo empreendimento residencial (Porto Poxim) próximo a elas.

Definidas as medidas, foi elaborada a escolha das técnicas a serem aplicadas em cada uma das áreas, caracterizadas em acordo das escalas dos objetos de estudo, afinal, algumas são de escala local (canteiros pluviais, jardins de chuva, biovaletas e grade verde) (Figura 38) e outras de bairro (pavimentos permeáveis) (Quadro 9). Já as técnicas que por ventura venham a ser discutidas de seu uso na área do riacho da Xoxota no trecho a partir do Rosa Maria até o seu encontro com o rio Sergipe, seriam as de escala municipal.

Quadro 10 – Técnicas para o ensaio projetual no Eduardo Gomes, SC

Localização	Técnica	Justificativa
Área da Serra	Canteiro pluvial	Pela dificuldade em torno da declividade, indicados para as calçadas das ruas em diminuir o fluxo das águas através da evapotranspiração.
	Lagoa pluvial	Em virtude do aclave na região com potencial para área recreativa entre os conjuntos que tangem o local indicado.
Área do Loreto	Canteiro pluvial	O mesmo da área da Serra.
	Jardim de chuva	Aproveitamento da declividade do relevo. Com sua absorção, evita-se com que o fluxo das águas percolem com maior impacto devido a impermeabilização das ruas entre o Eduardo Gomes, Lafayette Coutinho, Rosa do Oeste e o Porto Poxim (em construção).
	Grade verde	Por ser uma junção de múltiplos arranjos, é preciso um estudo de micro área para a definição de técnicas que corroborem com as necessidades.
	Lagoa pluvial	Em virtude do aclave da região, é pelo auto índice de ocupação urbana à frente do conjunto.
Área da Lagoa	Biovaleta	Por ser uma área mais planificada, evitando o acúmulo das águas, ressignificando a estética das ruas e complementando o reflorestamento da passagem do riacho.
	Grade verde	O mesmo da área do Loreto
	Jardim de chuva	O mesmo da área do Loreto.
Área Plana	Grade verde	O mesmo da área do Loreto e da Lagoa.
	Pavimentação permeável	Indicado por ser uma avenida de baixo fluxo de veículos pesados entre os conjuntos Eduardo Gomes e Lafayette Coutinho, em que já há um trabalho comunitário semelhante as necessidades de conforto ambiental (Figura 39).
	Biovaleta	Por ser uma área mais planificada, evitando o acúmulo das águas e ressignificando a permeabilidade e estética das ruas.

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

²⁶ Segundo a ONU, são aquelas cidades capazes de “resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se dos efeitos de um perigo de maneira tempestiva e eficiente, através, por exemplo, da preservação e restauração de suas estruturas básicas e funções essenciais”.

Figura 38 – (A) Jardim de chuva; (B) Piso permeável; (C) Biovaleta; (D) Canteiro pluvial; (E) Lagoa pluvial



Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

Nota-se que em alguns momentos essa área de estudo volta para si, mais particular; e em outros momentos ela se volta para um contexto mais amplo, criando braços de intervenção e de conscientização, podendo se prolongar ao longo da cidade e atingindo outras camadas urbanas.

Como se viu, o diagnóstico teve o seu início a partir da divisão de quatro escalas de estudos diferentes: o Município de São Cristóvão, a região do Grande Rosa Elze, o Conjunto Eduardo Gomes e o afluente hídrico riacho da Xoxota, e dessa forma observa-se o trabalho partindo em uma outra escala. Analiticamente, originou-se da escala do macro para o micro,

agora através da atribuição dessas estratégias, as respostas originam-se da escala do micro para o macro, comprovando como deve ser versátil pensar em estratégias desse caráter, pois seu impacto tende a alcançar outros espaços e por vezes unificando a intervenções de caráter similar já presentes em sua proximidade (Figura 39).

Figura 39 – Áreas vegetadas preservadas pela comunidade local entre os Conjuntos Eduardo Gomes e Lafayette Coutinho



Fonte: do autor, 2021.

Respalado conceitual e tecnicamente, pode-se então criar possíveis cenários projetuais para as quatro áreas distintas. Clarividente que uma praça é um equipamento adequado para o cenário urbano, entretanto, dentro de uma outra possível concepção com a qual acabamos por nos acostumar: muito impermeável, com pequenas manchas verdes, muitas das vezes contando apenas com a existência de grama, ou uma ou outra árvore disposta. Na verdade, ela pode ser o inverso, com mais espaços predominantemente verdes, com mobiliário urbano e apenas com delimitação existente de meio-fio, com bastante espécies arbóreas e que seja adaptada ao

cenário urbano, além disso, que elas possam fazer uma função semelhante de resgate de vida (incluindo-se a fauna).

Para o funcionamento desse incentivo sustentável deve ser também considerada e implantada os seus conceitos e técnicas em outras áreas dos conjuntos vizinhos, pois esse tipo de solução implantado de modo isolado não possui valor. Isso é algo que deve ser refletido para todo o município de São Cristóvão, pois as águas são fluidas e perpassam por diferentes assentamentos urbanos.

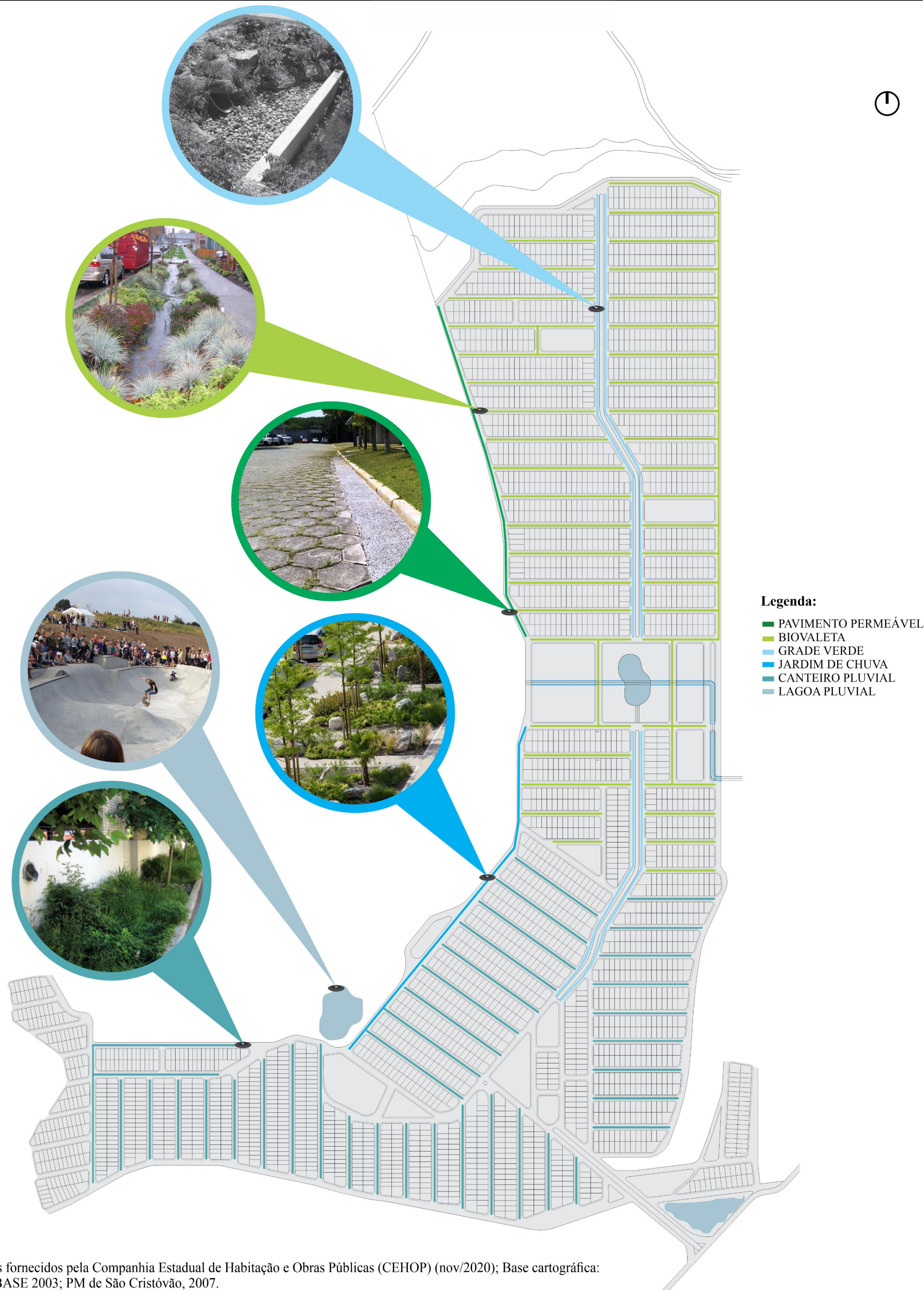
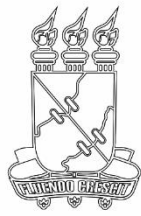
Assim foi criado o cenário projetual de manejo de águas pluviais para o Conjunto Eduardo Gomes (Figura 40), indicando quais e como devem ser distribuídas as técnicas escolhidas, certamente trazendo um cenário urbano-ambiental mais harmonioso se comparado ao atual.

Não há a intensão desta Monografia em especificar quais e como os equipamentos urbanos irão dar certo, na verdade eles ainda podem ser pensados. Entretanto, é mostrado os locais onde não deveriam ser ocupados pela urbanidade, pois existem áreas ociosas a serem utilizadas e que devem ser retrabalhadas. Por isso, para essa pesquisa foi preciso ter bastante cautela quanto a esse ensaio propositivo e como foi visto, realizou-se uma releitura local onde pudesse ser elaborado algo novo para ressignifica-lo ambiental e socialmente, dando-lhe um novo olhar apresentando novos usos e formas de ocupação do solo.

Figura 40 – Ensaio Projetual do Manejo Pluvial no Conjunto Eduardo Gomes, SC

ENSAIO PROJETUAL MANEJO PLUVIAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS DE LARANJEIRAS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
DOCENTE: MsC LINA DE MARTINS CARVALHO
DISCENTE: WESLEY RODRIGUES DE AQUINO



FONTE: Dados fornecidos pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas (CEHOP) (nov/2020); Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007.

Buscou-se trazer algo diferentemente do que há em nossas cidades, cujos parcelamentos do solo se têm no seu centro uma área para chama-la de praça, essa que divide área com outros diversos equipamentos de infraestrutura como caixa d'água, torres para antenas de telefonia e internet, posto policial, centros religiosos, sede da prefeitura, de associação de moradores, a própria área comercial e etc. Para Vaz (2011) *apud* Leão (2011):

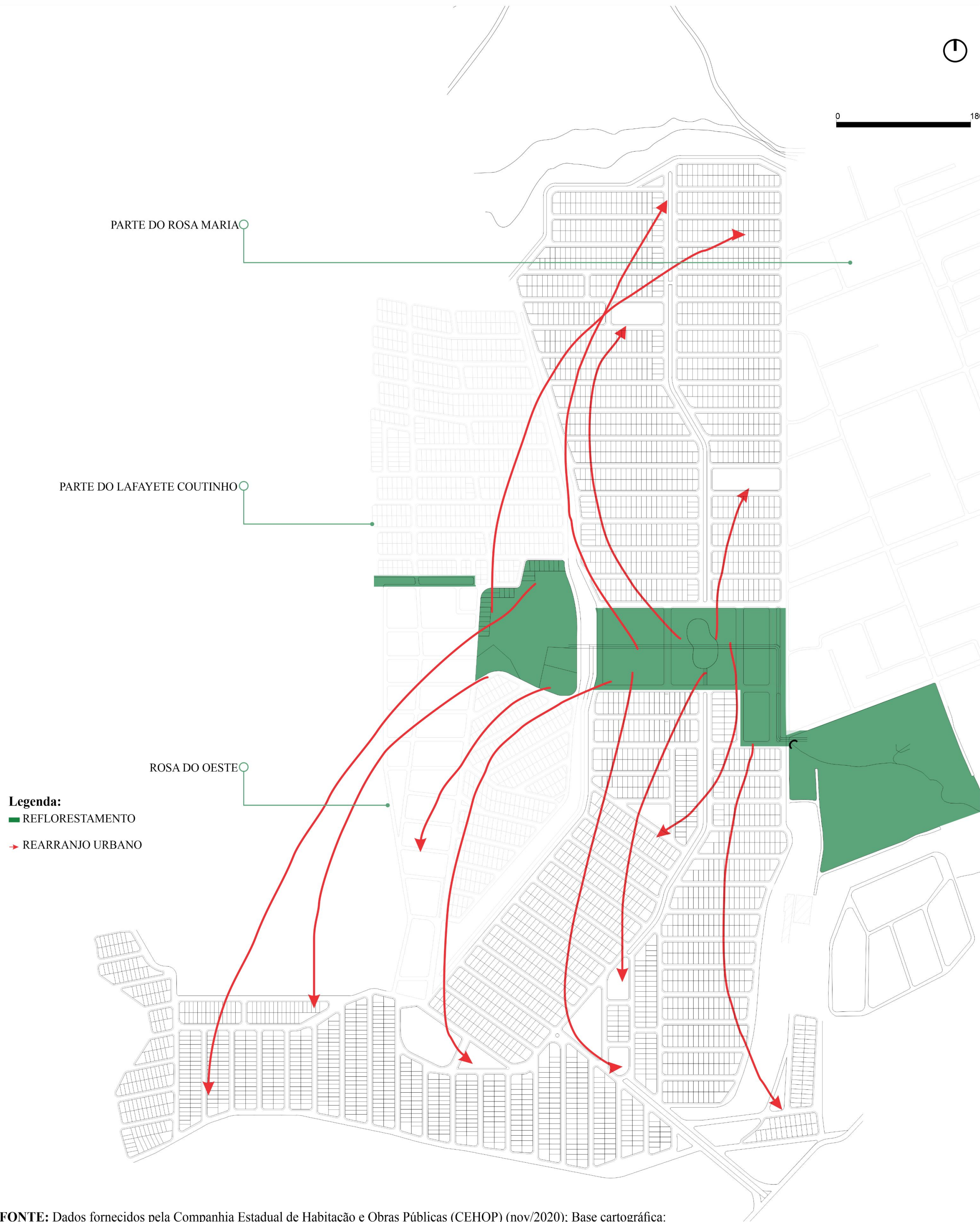
Atualmente, a designação 'praça' representa um dos termos mais utilizados relacionado à ideia de espaço livre público, embora nos primeiros séculos do período colonial brasileiro, além de praças, nomeavam-se diferentes espaços de outras formas como campos, rossios, terreiros, largos e adros, termos muito encontrados em cidades de colonização portuguesa.

Esses espaços têm valor quanto ao quesito de socialização, mas não necessariamente o comércio nele precisa estar. No caso do Eduardo Gomes, se tem um curso hídrico em conflito com esse centro de serviços, logo então ele deve ser usado como tal, deixando os que realmente são de usos urbanísticos em áreas elaboradas para seu determinado fim.

Há a possibilidade de ter um equilíbrio urbano-ambiental, a dinâmica de cidade existindo sem deixar o riacho sem lugar para ele respirar, afinal, as águas e as matas são seres vivos e circunstanciais para uma melhor qualidade de vida em qualquer contexto seja ele urbano ou não.

Por consequência disso, foi criado o ensaio do que viria a ser os próximos passos a serem discutidos, o que que poderia vir futuramente pós este trabalho de pesquisa, mostrando que novas ideias de reaproveitamento dos espaços comerciais possam vir a complementar a pesquisa (Figura 41), deixando o caminho das águas fluviais do riacho da Xoxota mais livres, e concomitantemente com as técnicas sustentáveis pluviais fomentando um arranjo de equilíbrio urbano, certamente haverá um espaço urbano-ambiental bem mais adequado do que se apresenta. Logo, para a existência disso é preciso que haja um diálogo com os moradores e donos de estabelecimentos comerciais, algo a longo prazo, assim como é preciso fazer um estudo prévio sobre quais atividades seriam de fato distribuídas.

Figura 41 – Indicativo de ordenamento de uma porção urbana do riacho da Xoxota



FONTE: Dados fornecidos pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas (CEHOP) (nov/2020); Base cartográfica: SEPLANTEC/BASE 2003; PM de São Cristóvão, 2007.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da caracterização dos agentes de expansão urbana e de impactos ambientais, do apanhado histórico em torno do surgimento do saneamento, das discussões a respeito das medidas de baixo impacto ambiental e dos diagnósticos realizados tanto no conjunto Eduardo Gomes como no riacho da Xoxota, tornou-se possível elencar possíveis cenários para esse enfrentamento urbano-ambiental.

Diversos passos foram criados ao longo desta pesquisa, mostrando que na produção de cidade e a manutenção do meio ambiente natural, deve existir um elo ao qual compactuará com um equilíbrio de vida urbana. As águas pluviais se apresentam como fonte desse equilíbrio, e pensar como drena-la dentro de um sistema com técnicas que não sejam as de baixo impacto, faz parte de uma discussão obsoleta.

Esse trabalho veio com premissa de ajudar as outras pessoas a pensarem que a produção de cidade não deve dar as costas para o que esteve antes de sua chegada, e através da leitura espacial vs a leitura conceitual, mostrou-se ser possível a existência de uma estabilidade urbano-ambiental; deixando a vida urbana bem menos onerosa para o cidadão e menos perversa ao ambiente natural.

Viu-se que o aprofundamento sobre a drenagem urbana não foi em vão, onde tentou-se alcançar o seu diálogo com as estratégias de baixo impacto como complementação ao sentido de vida ao planejamento urbano. O riacho é natural – deixando de ser natural quando a cidade chega –, mas está numa área urbana que tomou conta dele, e para reverter esse cenário foi elaborado algo na tentativa de trazer o mínimo de resquício do seu verdadeiro aspecto.

Assim, as estratégias de manejo apresentadas têm como premissa a busca dessa equivalência entre a condição natural e a condição urbana das cidades. Essa junção entre a ação dos agentes de expansão urbana e de impactos ambientais se mostra através da drenagem sustentável, como se fosse uma linha de convergência entre esses termos que não são antagônicos, cuja a sua multidisciplinaridade se apresenta de forma importante para algo que a converta, e isso aqui foi mostrado. Por fim, o que se buscou aqui não foi o de trazer apenas estratégias sustentáveis de drenagem, o esforço partiu em alcançar algo com elas que dialogasse com o querer dos usuários, bem como uma espécie de sopro para melhoria de uma qualidade de vida urbana, fomentando esse trabalho para um processo contínuo futuro do que foi produzido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, V. D. C. **Programa Minha Casa, Minha Vida: Financeirização da política habitacional e relações patrimonialistas em Sergipe**. Tese (Doutorado em Geografia) — São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2018.
- AQUINO, W. R. Programa Minha Casa Minha Vida nos municípios do Centro Sul Sergipano e Sul Sergipano. São Cristóvão, 48 p. Trabalho não publicado.
- ARANTES, P. F.; FIX, M. Minha Casa, Minha Vida, o pacote habitacional de Lula. p. 22, 2009.
- AZEVEDO, S. DE; ANDRADE, L. A. G. DE. **Habitação e poder: da Fundação da Casa Popular ao Banco Nacional Habitação**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2011.
- BARBOSA, A. G.; COSTA, A. A. DA. Implicações socioespaciais, econômicas e jurídicas em condomínios fechados horizontais. **Mercator**, v. 10, n. 21, p. 49–61, 30 abr. 2011.
- BAUER, L.A. F. Materiais de construção 2. 5ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- BENEVOLO, L. Livro História da arquitetura moderna. 1ª edição. Perspectiva. 2001.
- BERNARDINI, S. P. Cidades iluminadas e insalubres: saneamento e urbanização. **OCULUM ENSAIOS**, p. 18–28, 2010.
- BERNARDO NETO, J. Mercado imobiliário e produção do espaço urbano: A expansão dos empreendimentos imobiliários na orla de Vila Velha/ES a partir dos anos 80. **Revista Geografares**, n. 10, p. 99–127, 2012.
- BONDUKI, Nabil. Origens da habitação social no Brasil: Arquitetura moderna, Lei do Inquilinato e difusão da casa própria. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.
- BRASIL. Lei Federal nº 10.247, de 10 de julho de 2001. Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Congresso Nacional. Brasília-DF, 2001.
- BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de março de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Congresso Nacional. Brasília-DF, 2012.
- BRASIL. Lei Federal nº 11.445/2007, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Congresso Nacional. Brasília-DF, 2007.
- BRASIL. Lei Federal nº 11.977/2009, de 7 de julho de 2009. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV. Congresso Nacional. Brasília-DF, 2009.
- BRASIL. Lei Federal nº 14.026/2020, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Congresso Nacional. Brasília-DF, 2020.

BRASIL. Lei Federal nº 14.118/2021, de 13 de janeiro de 2021. Institui o Programa Casa Verde e Amarela. Congresso Nacional. Brasília-DF, 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Congresso Nacional. Brasília-DF, 1979.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938/1981, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Congresso Nacional. Brasília-DF, 1981.

BRITO, F.; SOUZA, J. DE. Expansão urbana nas grandes metrópoles: o significado das migrações intrametropolitanas e da mobilidade pendular na reprodução da pobreza. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 4, p. 48–63, dez. 2005.

BUSNARDO, F. D. **Crise do *subprime*: como a bolha imobiliária e o mercado financeiro derrubaram a economia americana em 2008, e os reflexos da crise para o Brasil**. Dissertação (Bacharel em Ciências Econômicas) — Araraquara: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2012.

CARVALHO, L. M. DE. **Processo de urbanização em área de bacia endorreica: caracterização dos padrões de ocupação dos espaços construídos e dos espaços livres de construção em Maceió-AL**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 2012.

CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R. M. Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem e Ambiente**, n. 25, p. 127–142, 30 jun. 2008.

COSTA, S. L. DA. **Aspectos jurídicos e ambientais da gestão de resíduos sólidos urbanos na Região Metropolitana de Aracaju**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) — São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2011.

DEMACAMP Planejamento, Projeto e Consultoria s/s Ltda. Redação do Projeto de Lei - PDP São Cristóvão. Campinas, abr 2019. Disponível em: <https://www.saocristovao.se.gov.br/manutencao>. Acesso em: 25 jan. 2020.

DREYER, A. L. R. **Infraestrutura urbana da Trama Verde e Azul (TVA) aplicada ao caso do campus do Vale da UFRGS**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.

FERNANDES, C. História dos sistemas de drenagem pluvial. *In*: LINKEDIN. 2018. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/hist%C3%B3ria-dos-sistemas-de-drenagem-pluvial-carfermed-pb>. Acesso em: 17 mar. 2021.

FERRAZ, H. Filosofia Urbana. João Scortecci. 1997.

FERREIRA, J. S. W. **Produzir casas ou construir cidades? Desafios para um novo Brasil urbano: parâmetros de qualidade para a implementação de projetos habitacionais e urbanos**. São Paulo: LABHAB: FUPAM, 2012.

FERREIRA, R. A. et al. Nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim, Estado de Sergipe: da degradação à restauração. **Revista Árvore**, v. 35, n. 2, p. 265–277, abr. 2011.

FLETCHER, T. D. et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, v. 12, n. 7, p. 525–542, 3 out. 2015.

FOGEIRO, J. S. **Aplicação do Conceito e Métodos no Bairro Marechal Gomes da Costa, Porto**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura Paisagística) — Porto: Universidade do Porto, 2019.

FORGIARINI, F. R. et al. Avaliação de cenários de cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais. **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, p. 20, 2007.

FRANÇA, S. L. A. **Estado e Mercado na produção contemporânea da habitação em Aracaju - SE**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) — Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2016.

FRANÇA, S. L. A. **Vetores de Expansão Urbana: Estado e mercado na produção da habitação em Aracaju-SE**. São Cristóvão: UFS, 2019.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 76–80, 2005.

GARRIDO NETO, P. DE S. et al. Sistemas de drenagem urbana sustentáveis no mundo e no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 18743–18759, 2019.

LE COURBUSIER. A Carta de Atenas: Versão de Le Courbusier: [Tradução de Rebeca Scherer] 1ª edição. Editora EDUSP, 1993.

LEÃO, L. C. C. **O espaço livre público e a visão cotidiana da paisagem: o caso do centro histórico de Laranjeiras-SE**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — São Paulo: Universidade de São Paulo, 3 maio 2011.

MENDES, H. C.; MENDIONDO, E. M. Histórico da Expansão Urbana e Incidência de Inundações: O Caso da Bacia do Gregório, São Carlos - SP. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 12, n. 1, p. 17–27, 2007.

MENEZES, C. R. C. Dinâmica Urbana do Bairro Rosa Elze: o papel das políticas públicas na transformação do espaço. **Scientia Plena**, v. 7, n. 11, p. 10, 2011.

MINAKI, C.; AMORIM, M. C. DE C. T. Espaços urbanos e qualidade ambiental - Um enfoque da paisagem. **Revista Formação**, v. 1, n. 14, p. 67–82, 2007.

NASCIMENTO, M. M. P. DO. **Habitação “popular” de Mercado: Relações com o ambiente urbano na Região Metropolitana de Aracaju (SE)**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) — São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2014.

- NASCIMENTO, N. DE O.; BERTRAND-KRAJEWSKI, J.-L.; BRITTO, A. L. Águas urbanas e urbanismo na passagem do século XIX ao XX: O trabalho de Saturnino de Brito. **Revista da Universidade Federal de Minas Gerais**, v. 20, n. 1, p. 102–133, 2013.
- PEDRO, L. C. Geomorfologia Urbana. Impactos no ambiente urbano decorrente da forma de apropriação, ocupação do relevo. **Geografia em Questão**, v. 4, n. 01, p. 20, 2011.
- PELLEGRINO, P.; MOURA, N. B. Estratégias para uma infraestrutura verde. Barueri: Manole, 2017.
- PINTO, S. DE S. P. A.; ALVES, L. DA S. F.; LIMA JÚNIOR, F. DO O. Mercado Imobiliário e o Processo de Expansão Urbana: Um estudo na cidade de pau dos Ferros/RN. **XVIII ENANPUR 2019**, p. 16, 2019.
- RIBEIRO, A. M. **BMP's em drenagem urbana - aplicabilidade em cidades brasileiras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) — São Paulo: Universidade de São Paulo, 25 jul. 2014.
- RODRIGUES JUNIOR, J. C. Análise preliminar de riscos socioambientais no bairro Rosa Elze no município de São Cristóvão/SE. **XIII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas**. P. 8, 2016.
- SÃO CRISTÓVÃO. Lei Municipal nº 16, de 03 de dezembro de 1984. Declara Zona Urbana e Expansão Urbana Área que especifica. Câmara Municipal. São Cristóvão-SE, 1984.
- SÃO CRISTÓVÃO. Plano Diretor do Município de São Cristóvão, e dá providências correlatas. Lei nº 044, de 21 de setembro de 2009. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de São Cristóvão. Câmara Municipal de São Cristóvão. São Cristóvão-SE, 2009.
- SÃO CRISTÓVÃO. Plano Diretor Participativo do Município de São Cristóvão. Lei nº 470, de 21 de dezembro de 2020. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de São Cristóvão. Câmara Municipal de São Cristóvão. São Cristóvão-SE, 2020.
- SERGIPE. DEHOP – Departamento de Estadual de Habitação e Obras Públicas. Produção de habitações, 1968/2005, 2005.
- SERGIPE. Lei complementar nº 25, de 29 de dezembro de 1995. Cria a Região Metropolitana de Aracaju e dá providências correlatas. Câmara Municipal de Aracaju. Aracaju-SE, 1995.
- SILVA, J. A. Direito Urbanístico Brasileiro. 2ª edição. Malheiros. 1995.
- SILVEIRA, A. L. L. DA. Trama Verde-Azul e drenagem urbana sustentável. **Planejamento e gestão territorial: a sustentabilidade dos ecossistemas urbanos**. Criciúma, SC: EDIUNESC, 2018.
- SILVEIRA, L. F.; BASTOS, M. L.; MATIAS, H. M. Identificação das Ações Impactantes na Área da Nascente do Riacho da Xoxota em São Cristóvão – SE. **XII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe**, p. 5, 2019.

SOUZA, A. M. DOS S. DE. **Condomínios Horizontais Exclusivos e a Dinâmica Socioespacial no Litoral Metropolitano de Aracaju (SE)**. Tese (Doutorado em Geografia) — São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2016.

SOUZA, B. C. M. F. DE. **Desenvolvimento regional e gestão metropolitana - Reflexões a partir da política habitacional na região metropolitana de Aracaju**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Gestão de Empreendimentos Locais) — São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2009.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 2, p. 9–18, 2012.

SPOSITO, M. E. B.; GOES, E. M. Espaços Fechados e Cidades – Insegurança urbana e fragmentação socioespacial. 2ª edição. Editora Unesp. 2013.

TAVANTI, D. R.; BARBASSA, A. P. Análise dos Desenvolvidos Urbanos de Baixo Impacto e Convencional. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 4, p. 17–28, 2012.

TEIXERA, O. A.; MELO, R. L.; FRANÇA, V. L. A. A Experiência de Territorialização para o Planejamento Regional em Sergipe. Ebook. 2011.

TOMELERI, D. B.; CAMPOS, T. R.; MORETE, V. S. Saneamento Ambiental e Sustentabilidade: Essencialidade à Vida Humana e à Proteção do Meio Ambiente. **Revista de Ciências Jurídicas**, v. 14, n. 2, p. 233–241, 2013.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Brasília: Ministério das Cidades, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de drenagem urbana**. Brasília: Escritório no Brasil, 2012.

TUCCI, C. E. M. Gestão integrada das águas urbanas. **REGA**, v. 5, n. 2, p. 11, 2008.

TUCCI, C.; ORSINI, L.F. **Águas urbanas no Brasil: cenário atual e desenvolvimento sustentável. Brasil**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Gestão do território e manejo integrado das águas urbanas. Brasília: Ministério das Cidades, 2005.

VALENTE, O. F. Reflexões hidrológicas sobre inundações e alagamentos urbanos. **Cidades do Brasil**. V. 10, 2009. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/minhacidade/10.109/1839>. Acesso em: 18 jul 2021.

VASCONCELOS, C. A.; SOUZA, O. C. J. DE. Mobilidade E Dinâmica No Espaço Rural E Urbano Em São Cristóvão No Estado De Sergipe/Brasil. **Sociedade e Território**, v. 28, n. 1, p. 20, 2016.

VILLAÇA, F. Espaço Intra-Urbano no Brasil. 2ª edição. Studio Nopel: FAPESP, 2001.

GLOSSÁRIO

Abiótico	Em que não pode haver vida.
<i>Alternative Techniques</i>	Termo de origem francesa e no Brasil usado como técnicas alternativas. Buscam à redução da vulnerabilidade das áreas urbanas às enchentes.
<i>Best Management Practices</i>	De origem norte-americana, é considerado o marco inicial no tema sobre as melhores práticas de gerenciamento das águas de modo sustentável.
Biótico	Relativo à vida.
Depósitos sedimentares	Conjunto de sedimentos originados por intempérie e erosão de rochas pré-existentes, que após o transporte e deposição em um determinado ambiente, sofrem o processo de formação de uma rocha.
Diques	Construção para deter a passagem das águas ou para retê-las em determinada direção. Represa, açude.
Erodibilidade	Representa o quão suscetível é ao processo erosivo, seja pela razão entre as perdas de solo e a erosividade das chuvas.
Hidrologia	É a ciência que se dedica ao estudo do modo de aparecimento, da circulação e da distribuição das diferentes formas de água na superfície do planeta.
<i>Ibid</i>	É usado nas citações de um texto para referir uma fonte repetida.
Intermitente	Com intervalos que o tornam visível na superfície.
Jusante	Parte de um rio para onde correm suas águas.

Leito maior	É a área naturalmente inundável de um rio, também conhecido como planície fluvial.
<i>Low Impact Development</i>	Termo de desenvolvimento de baixo impacto que busca recuperar o ciclo hidrológico natural pré-existente.
Montante	Para o lado da nascente de um rio.
Pôlder	Planície protegida por diques contra inundações e utilizada na agricultura e na habitação.
<i>Stormwater Control Measures</i>	Semelhante ao <i>Best Management Practices</i> , porém o atualiza. Trata sobre as medidas de controle de águas pluviais.
<i>Stormwater Quality Improvement Devices</i>	De origem australiana, conceito sobre dispositivos de melhoria de qualidade de águas pluviais para a cidade de Brisbane.
<i>Sustainable Urban Drainage Systems</i>	Termo de origem britânica, aborda sobre o sistema sustentável de drenagem urbana com foco de controle na fonte, transporte e tratamento.
<i>Water Sensitive Cities</i>	Sem uma tradução literal, é um termo de princípios de planejamento a cidades resilientes, com serviços de água regenerativas e desenhos urbanos <i>sensível</i> à água ligados às suas bacias hidrográficas.
<i>Water Sensitive Urban Design</i>	Termo de origem australiana sem uma tradução literal, com uma abordagem filosófica de planejamento urbano, cujo foco é o controle de cheias, manejo fluvial e pluvial, bem como a qualidade da água.